



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

“DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE AZÚCAR EN EL PROCESO DE APERTURA DE LA FLOR GYPSOPHILA, VARIEDAD MILLION STARS Y XLENCE, CON EL PROPÓSITO DE OBTENER MAYOR PESO Y SU INFLUENCIA EN EL TIEMPO DE VIDA EN FLORERO EN PLANTACIONES MALIMA Cía. Ltda.”

Trabajo de tesis previo a la obtención del título de
Ingeniero Químico

Autor: Frowen Leovigildo Valencia Lucas

Director(a): Ing. Andrea María Iñiguez Morán MAE

Cuenca, Abril del 2015





UNIVERSIDAD DE CUENCA

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de tesis es recopilar información cuantitativa y mediante un análisis estadístico, establecer relaciones entre variables del proceso productivo y variables de importancia comercial.

En la plantación Malima Cía Ltda, la producción de flores Gypsophila es el ítem que genera utilidad; por lo tanto, el presente trabajo de tesis se enfoca en el proceso de apertura de esta planta, en la que se mide el peso obtenido con diferentes concentraciones; y luego de continuar con el proceso normal de producción, se mide el tiempo de vida en florero con una previa simulación de vuelo.

En primer lugar, todo el proceso productivo se describe a fin de entender los lugares puntuales e influyentes para el desarrollo de esta tesis, luego se realiza una descripción de la planta Gypsophila: sus variedades, manejo en el cultivo, enfermedades y plagas. En el siguiente capítulo se lleva a cabo dos análisis de la exportación de la planta Gypsophila, uno nacional y otro en la empresa Malima Cía Ltda.

En la parte experimental de este estudio se describe la metodología de estudio utilizada para la obtención de los datos, que en forma organizada y estructurada se presenta en este capítulo. Por último, se describen todos los procedimientos y cálculos de estadísticos necesarios que permitan concluir con una base de estricta fundamentación.

Palabras claves:

Gypsophila.

Million Stars.

Xlence.

Concentración óptima de azúcar.

Ganancia de peso.

Tiempo de vida en florero.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ABSTRACT

The objective of this dissertation is to collect quantitative information and through in a statistical analysis, establish relations between variables of productive process and variables of commercial importance.

Into Malima Plantation Cía Ltda, its production of Gypsophila flowers is the profit item which produce incomes; therefore, this current analysis is focused into the opening process of this specific specie, in which measures the weight obtained with different concentrations; and after of continuing with the normal production process, it measures the vase life time with a previous flight simulation.

First, the entire production process describes in order to understand the specific places which has influence into the development of this dissertation, subsequently a description realized of the Gypsophila plant: their varieties, treatment during cultivation, diseases and pests. Into the next chapter it performs two analysis about the exportation of the Gypsophila plant, a national case and the other by Malima Cía Ltda.

During the experimental part of this study there is a description of the methodology used for obtaining the information, organized and structured presents in this chapter. Concluding, there is a description of all the procedures and statistics calculations needed which allow to infer with a strict substantiation.

Keywords:

Gypsophila.

Million Stars.

Xlence.

Optimal sugar concentration.

Weight gain.

Vase life time.



CONTENIDO

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CONTENIDO	4
CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR	9
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL	10
AGRADECIMIENTO	11

CAPITULO 1: SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTACIÓN

1.1. PLANTACIONES MALIMA Cía. Ltda.	12
1.1.1. Misión y Visión	13
1.1.2. Organigrama Funcional	13
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	14
1.2.1. Cultivo	14
1.2.2. Pos Cosecha	15
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	27
1.3.1. Variables de Referencia	27
1.4. OBJETIVOS DE LA TESIS	28
1.4.1. Objetivo General	28
1.4.2. Objetivos Específicos	28

CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA FLOR Y SUS VARIEDADES

2.1. GYPSOPHILA	29
2.1.1. Clasificación y Descripción Botánica	30
2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIEDADES PRODUCTOS DE LA PLANTACIÓN	35
2.2.1. Million Stars	36
2.2.2. Xlence	38
2.3. PROCESO DE APERTURA	39
2.3.1. Solución de Apertura	40
2.4. PLAGAS Y ENFERMEDADES	43



2.4.1. Plagas.....	43
2.4.2. Enfermedades	45

CAPITULO 3: GYPSOPHILA Y EL MERCADO

3.1. LA ACTIVIDAD FLORÍCOLA DE LA GYPSOPHILA	48
3.1.1. Factores de impulso	54
3.1.2. Factores de riesgo	54
3.2. PAISES PRODUCTORES DE GYPSOPHILA	55
3.2.1. Ecuador (Sudamérica):.....	55
3.2.2. Holanda:	57
3.3. GESTIÓN DE CALIDAD.....	59
3.3.1. Requisitos de calidad.....	59
3.3.2. Certificaciones	60
3.4. PRINCIPALES MERCADOS DE MALIMA Cía. Ltda.....	63
3.4.1. Estados Unidos.....	66
3.4.2. Unión Europea.....	67

CAPITULO 4: ESTUDIO EXPERIMENTAL

4.1. METODOLOGÍA	68
4.2. MUESTREO.....	70
4.3.1. Tipos de muestreo	71
4.3.2. Ventajas del muestreo	72
4.3.3. Desventajas de un estudio por censo.....	73
4.3.4. Distribución Normal estándar	73
4.3.5. Tamaño de la muestra.....	74
4.3. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	77
4.3.1. Pesado inicial.....	77
4.3.2. Pesado final.....	84
4.3.3. Tiempo de vida en florero	90



CAPITULO 5: ANÁLISIS ESTADÍSTICO

5.1. PRINCIPALES ESTADÍSTICOS	92
5.2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA	93
5.2.1. ANOVA para la variedad: Million Stars	97
5.2.2. ANOVA para la variedad: Million Stars (Primera repetición).....	99
5.2.3. ANOVA para la variedad: Million Stars (Segunda repetición)	101
5.2.4. ANOVA para la variedad: Xlence.....	103
5.2.5. ANOVA para la variedad: Xlence (Primera repetición)	105
5.2.6. ANOVA para la variedad: Xlence (Segunda repetición)	107
5.3. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE AZÚCAR .	109
5.3.1. Concentración óptima de azúcar para la variedad: Million Stars	111
5.3.2. Concentración óptima de azúcar para la variedad: Million Stars (Primera repetición)	112
5.3.3. Concentración óptima de azúcar para la variedad: Million Stars (Segunda repetición).....	113
5.3.4. Concentración óptima de azúcar para la variedad: Xlence.....	115
5.3.5. Concentración óptima de azúcar para la variedad: Xlence (Primera repetición)	116
5.3.6. Concentración óptima de azúcar para la variedad: Xlence (Segunda repetición)	117
5.4. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE VIDA EN FLORERO	118
5.4.1. Prueba de independencia para la variedad: Million Stars	123
5.4.2. Prueba de independencia para la variedad: Million Stars	124
CONCLUSIONES.....	125
RECOMENDACIONES	126
ANEXOS	127
BIBLIOGRAFÍA	140



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tabla 1.1. Tiempo de estadía.	177
Tabla 1.2. Codificación según longitud de tallo.....	17
Tabla 1.3. Agrupación según modelo de exportación.....	211
Tabla 1.4. Presentación según modelo de exportación.....	222
Tabla 3.1. Cuadro de exportaciones de flores (Ecuador).....	179
Tabla 3.2. Arancel cobrado por los principales compradores a Ecuador.	53
Tabla 3.3. Países de exportación de la Plantación Malima según Variedad.	65
Tabla 4.1. Diseño de codificación.	69
Tabla 4.2. Diseño experimental.	69
Tabla 4.3. Distribución de experimentos para clasificación en blanco.....	70
Tabla 4.4. Valores de N.	755
Tabla 4.5. Comparación de los valores de n.	76
Tabla 5.1. Datos necesarios para ANOVA unidireccional.....	93
Tabla 5.2. Tabla ANOVA.	95
Figura 1.1: Organigrama “Plantaciones Malima”	13
Figura 1.2: Organigrama del Departamento de Pos Cosecha.....	14
Figura 1.3: Instalaciones de la Sala en Verde.....	155
Figura 1.4: Diagrama de flujo: Sala en verde.	166
Figura 1.5: Instalaciones de la Sala de apertura.....	176
Figura 1.6: Diagrama de flujo: Sala de apertura.	198
Figura 1.7: Instalaciones de la Sala de clasificación de blanco.....	199
Figura 1.8: Diagrama de flujo: Sala de Clasificación en blanco.	244
Figura 1.9: Instalaciones de los Cuartos de frío.....	255
Figura 1.10: Diagrama de flujo: Cuartos de frío.	266
Figura 2.1: Etapas de la planta Gypsophila.	333
Figura 2.2: Variedad: Million Stars.	366
Figura 2.3: Variedad: Xlence.....	388
Figura 3.1: Exportación de flor: Gypsophila.....	50
Figura 3.2: Porcentajes de países importadores de flor ecuatoriana.	511
Figura 3.3: Países importadores de flor ecuatoriana.....	52
Figura 3.4: Certificado: GlobalGAP.	6362
Figura 3.5: Sello FlorEcuador Certified.....	6362
Figura 3.6: Certificado: Business Alliance for Secure Commerce.....	633
Figura 3.7: Logotipo de Plantaciones Malima.....	644
Figura 3.8: Marcas de exportación.....	644
Figura 3.9: Cantidad exportada de Gypsophila.....	655
Figura 4.1: Metodología de trabajo.....	688
Figura 4.2: Función de densidad de una distribución normal estándar.....	744



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 1: PESADO 1	127
ANEXO 2: CODIFICACIÓN POR GRUPOS	128
ANEXO 3: PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES CON DIVERSAS CONCENTRACIONES	129
ANEXO 4: PESADO 2	130
ANEXO 5: PROCESO DE CLASIFICACIÓN EN BLANCO	131
ANEXO 6: HIDRATACIÓN	132
ANEXO 7: EMPAQUETADO	133
ANEXO 8: SIMULACIÓN DE VUELO	134
ANEXO 9: TIEMPO EN FLORERO	135
ANEXO 10: Distribución acumulativa normal estándar	136
ANEXO 11: Puntos porcentuales de la distribución F	137
ANEXO 12: Valores críticos de la distribución Chi Cuadrado	138



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, *Frowen Leovigildo Valencia Lucas*, autor de la tesis “DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE AZÚCAR EN EL PROCESO DE APERTURA DE LA FLOR GYPSOPHILA, VARIEDAD MILLION STAR Y XLENCE, CON EL PROPÓSITO DE OBTENER MAYOR PESO Y SU INFLUENCIA EN EL TIEMPO DE VIDA EN FLORERO EN PLANTACIONES MALIMA Cía. Ltda.”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Químico. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 15 de Abril del 2015

Frowen Leovigildo Valencia Lucas
C.I: 0704494392



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, *Frowen Leovigildo Valencia Lucas*, autor de la tesis “DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE AZÚCAR EN EL PROCESO DE APERTURA DE LA FLOR GYPSOPHILA, VARIEDAD MILLION STAR Y XLENCE, CON EL PROPÓSITO DE OBTENER MAYOR PESO Y SU INFLUENCIA EN EL TIEMPO DE VIDA EN FLORERO EN PLANTACIONES MALIMA Cía. Ltda.”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 15 de Abril del 2015

Frowen Leovigildo Valencia Lucas
C.I: 0704494392



UNIVERSIDAD DE CUENCA

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Marcelo Crespo, propietario de Plantaciones Malima Cía. Ltda. por la apertura de las instalaciones de su empresa para el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Jorge Moyano, jefe de pos cosecha de la empresa mencionada, por la tutoría brindada para la ejecución de este estudio.

A la Ing. Ruth Cecilia Álvarez, Subdecana de la Facultad de Ciencias Químicas, por la oportunidad de realización de tesis y el apoyo que me supo brindar para culminar con éxito dicha tesis.

A la Ing. Andrea Iñiguez, directora de este trabajo de tesis, por haberme guiado y aconsejado durante el trayecto y culminación de la misma.

A mis padres por haberme brindado su apoyo durante el transcurso de mis estudios en la Universidad y en la ejecución del trabajo de tesis.

A mis amigos por todo el cariño y soporte que de forma acertada me ofrecieron para la finalización de este estudio.



CAPITULO 1: SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTACIÓN

1.1. PLANTACIONES MALIMA Cía. Ltda.

Plantaciones Malima Cía. Ltda. es una empresa ubicada en la Parroquia El Cabo, en la llanuras del Valle de Paute del Cantón del mismo nombre; cuyos inicios datan de 1957 con la producción de caña de azúcar, que luego se transformaría en aguardiente. Para 1988, se decide cambiar los cultivos de caña por flores, iniciándose con una hectárea de producción de claveles, crisantemos, rosas, lisianthus, limoniums, entre otras especies. En 1990, con una producción de 10 hectáreas de flores, la empresa se constituye legalmente ingresando de esta forma al mercado de exportación (Revista Avance, 2011).

Actualmente, la empresa Plantaciones Malima Cía. Ltda. cuenta con aproximadamente 100 hectáreas de cultivo dividida en 2 fincas: Monjas Huayco y San Juan Pamba; con alrededor de 1000 trabajadores de los cuales el 80 % son mujeres, provenientes de Paute, Gualaceo, Chordeleg y Sígsig e incluso Perú (Revista Avance, 2011).

Plantaciones Malima Cía. Ltda. en sus 26 años de trabajo se ha convertido en la empresa florícola más grande del Austro, cuyo producto principal es la flor *Gypsophila* en la variedad Million Star y Xlence y la flor Green Ball; además, de ser una de las más importantes del Ecuador con el objetivo de brindar productos de alta calidad y consistencia buscando siempre asegurar la satisfacción del cliente en todo el mundo (Revista Avance, 2011).

Incluso a ello, la empresa ha sido acreedora de diferentes premios y certificaciones por su producto de calidad y su gran esfuerzo por mejorar su industrialización, como la Licencia Ambiental del Gobierno otorgada por su esfuerzo de protección ambiental, la Certificación Global Gap de la comunidad europea por sus mejores prácticas agrícolas, la Flor Ecuador brindada por la Asociación Nacional de Productores y Exportadores de Flores por las gestiones ambientales, humanas y legales y la Certificación Business Alliance for Secure Commerce BASC de gobiernos y organismos internacionales que vigilan el narcotráfico (Revista Avance, 2011).



1.1.1. Misión y Visión

Misión.- La misión de Plantaciones Malima es producir flores frescas cortadas, y comercializadas en los mercados internacionales, en un entorno de respeto a la comunidad y al medio ambiente, con alta tecnología y calidad, para proveer satisfacción al cliente, bienestar a los empleados y beneficios a sus accionistas.

Visión.- Plantaciones Malima busca ser una empresa líder en la producción y comercialización de flores frescas cortadas, con participación creciente en los mercados internacionales masivos y de mayoristas, interviniendo en la distribución y contando con personal altamente comprometido y capacitado.

1.1.2. Organigrama Funcional

En el organigrama se representa la estructura gráfica de la empresa desde un nivel general desglosando el nivel vinculado con el trabajo de tesis, es importante conocer el esquema corporativo y sus roles para un certero desenvolvimiento a través de la empresa.

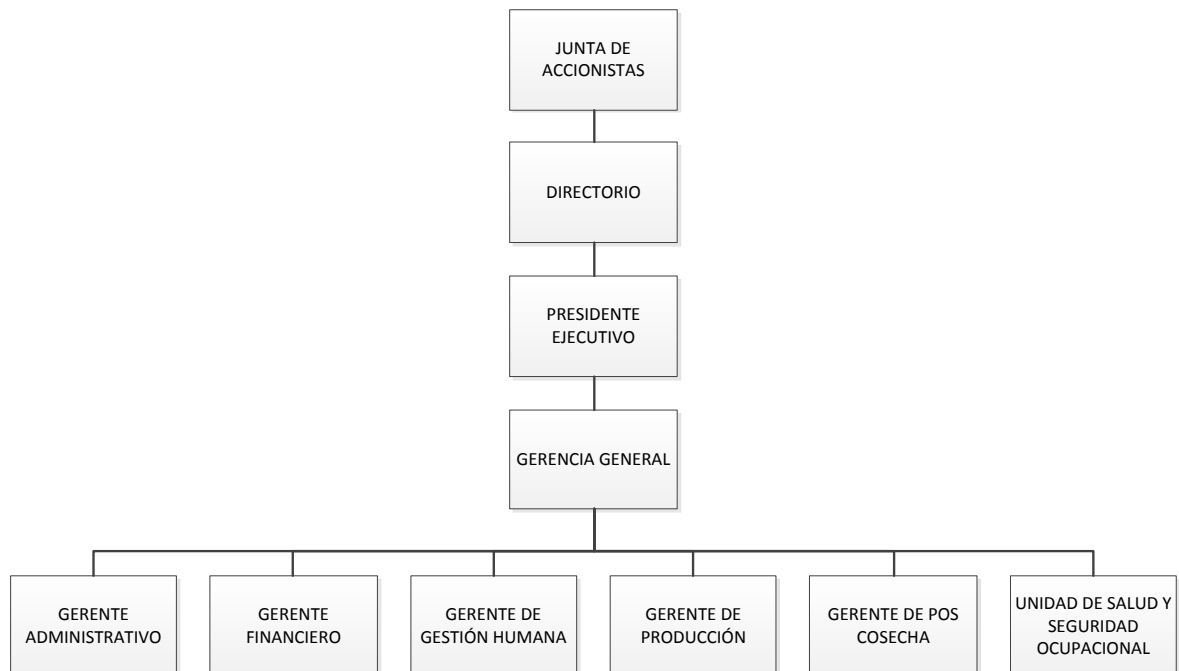


Figura 1.1: Organigrama “Plantaciones Malima”.

Fuente: Departamento de Recursos Humanos. Plantaciones Malima.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

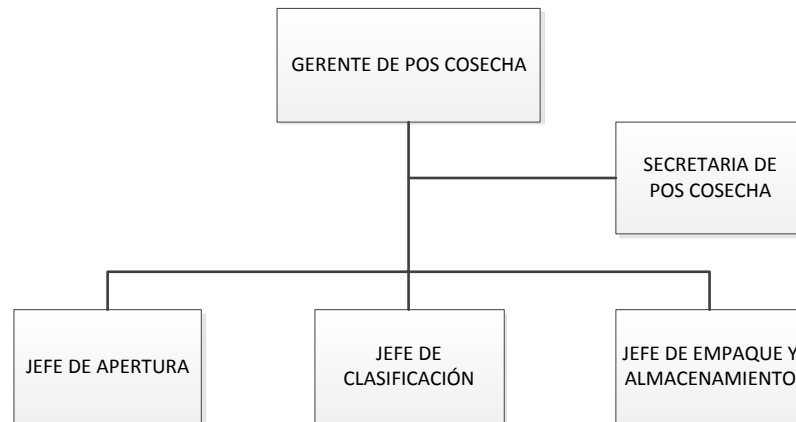


Figura 1.2: Organigrama del Departamento de Pos Cosecha.

Fuente: Departamento de Recursos Humanos. Plantaciones Malima.

1.2.DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

La producción de la flor *Gypsophila* se atiene a dos procesos principales, de las cuales se originan una serie de actividades realizadas en varios espacios hasta la obtención del producto terminado. Estos procesos primordiales son:

1. Cultivo.
2. Pos cosecha.

1.2.1. Cultivo

Este proceso involucra las actividades de propagación, siembra y cosecha.

Para la propagación se utilizan esquejes, que son fragmentos de retoños jóvenes, a los que se les aplica una hormona de enraizamiento y se los siembra en pequeños lugares, en donde con condiciones especiales se desarrollan para su posterior traslado al lugar definitivo de siembra.

En la siembra, los esquejes con aproximadamente 4 cm de longitud son trasladados al campo, en donde son sembradas con una separación de 18 a 25 cm, para posibilitar su crecimiento sin enredos entre sí. Para ello, se utiliza un sistema de tutoraje con una red de hilos de alambre que evitan los enredos y mantienen erguida a la planta. Además de esto, se realizan labores agrícolas como fertilización, control de plagas y malezas, entre otros para asegurar el desarrollo de la planta.

La cosecha se realiza una vez obtenido el punto de corte adecuado que varía de 5 a 15 flores abiertas. Una vez que la flor está en este punto, se corta el tallo y junto a otros tallos se arman mallas para luego ser transportados mediante un sistema de coches usando una red de cables para iniciar con el proceso de pos cosecha.

1.2.2. Pos Cosecha

La pos cosecha consiste en realizar a la flor *Gypsophila*: Million Start y Xlence, después de su cosecha en el campo, varias actividades distribuidas en cuatro espacios para que la flor mantenga sus características morfológicas en estado casi inalterable hasta que llegue a manos del consumidor final.

Dichos espacios y de acuerdo al flujo de proceso son:

- a) Sala en verde.
- b) Sala de apertura.
- c) Sala de clasificación en blanco.
- d) Cuartos de frío.

a) Sala en verde



Figura 1.3: Instalaciones de la Sala en Verde.
Elaborado por: El Autor.

Una vez cosechada la flor se las transporta a la sala en verde, en donde se las ubica en mallas de 20 tallos para la variedad Xlence y 30 tallos para la variedad Million, luego se mide el peso y se le asigna una liga según dicha propiedad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Después de medir el peso pasa a la zona de tratamiento en donde se le ubica en una solución de TioSulfato de Plata (STS, por sus siglas en inglés: Silver ThioSulphate) durante una hora y media, para prevenir la acción del etileno.

El etileno, cuya fórmula química es $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, es la principal fitohormona que regula el proceso de senescencia en las flores, cuyo efecto inicia a muy bajas concentraciones. Este compuesto puede producirse, además de su producción natural en las flores, en instalaciones industriales o motores de combustión. Sin embargo, el etileno necesita unirse a un compuesto de cobre presente en las membranas, por lo que para su inhibición se utilizan compuestos que bloquean el sitio receptor o se unen al etileno, tal como el radical plata Ag^+ o el dióxido de carbono CO_2 . Cabe mencionar que hay flores climatéricas definidas como aquellas que continúan su maduración estando cortadas en donde el etileno acelera dicho proceso y las no climatéricas a las que el etileno no afecta de forma apreciable (Figuerola Cares, 2012).

A continuación se presenta el diagrama de flujo perteneciente a esta sala:

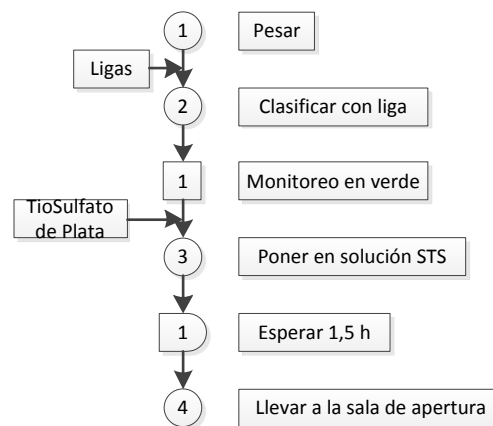


Figura 1.4: Diagrama de flujo: Sala en verde.

Elaborado por: El Autor.

b) Sala de apertura



Figura 1.5: Instalaciones de la Sala de apertura.
Elaborado por: El Autor.

Después de que la flor pase por la sala en verde, es llevada a los invernaderos de apertura A y B, según sea de la variedad Million Stars o Xlence, respectivamente. En este lugar la flor tiene un tiempo de estadía detallado en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Tiempo de estadía.

Tipo	Tiempo mínimo (días)	Tiempo máximo (días)
Million Stars	8	11
Xlence	5	7

Elaborado por: El Autor.

Los invernaderos de apertura constan de naves numeradas y estantes que permiten la rápida localización de un determinado producto; además de pantallas, cortinas, cenitales y ventiladores para mantener una temperatura adecuada entre 14 °C y 32 °C.

El propósito de la invernación en este lapso es lograr que se abra la flor; sin embargo, necesita de alimentación por lo que se prepara soluciones de azúcar con un pH regulado y adición de bactericida que evita la presencia de microorganismos perjudiciales.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La descripción a continuación detallada acoge el procedimiento seguido para la flor de proceso.

- 1) Se llenan los tachos con una solución de apertura, donde se ubican las mallas para mantenerse durante el periodo de estadía. Conviene mencionar que dichos tachos después del tiempo de estadía son recogidos y desinfectados para iniciar un nuevo ciclo de estadía.
- 2) Se realiza un control, tanto al ingreso como a la salida de las mallas. También se realizan controles de temperatura a través de sensores digitales vía inalámbrica, cuyos datos se registran y guardan en un computador. Si la temperatura ambiental es baja, se cierran los cenitales para mantener el calor y ayudar en la apertura de la flor; mientras que en caso de haber exceso de calor se utiliza enfriamiento mecánico a través de ventiladores.
- 3) Durante las noches, se realiza una actividad de fumigación con fungicidas e insecticidas con una programación cronológica anticipada en la que se rotan los productos a utilizar.
- 4) Una vez que la flor este en su punto de apertura de acuerdo al cliente, las mallas son transportadas al área de la sala de clasificación en coordinación con el área de empaque. El transporte se realiza en coches grandes con 48 o 40 mallas, si son Million Starts o Xlence respectivamente; y en coches pequeños con 24 mallas independientemente de la variedad de flor.
- 5) Estas flores abandonan esta área tras medir el peso que ellas tienen, y luego son llevadas hacia la sala de clasificación.

A continuación se muestra el diagrama de flujo de la sala de apertura:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

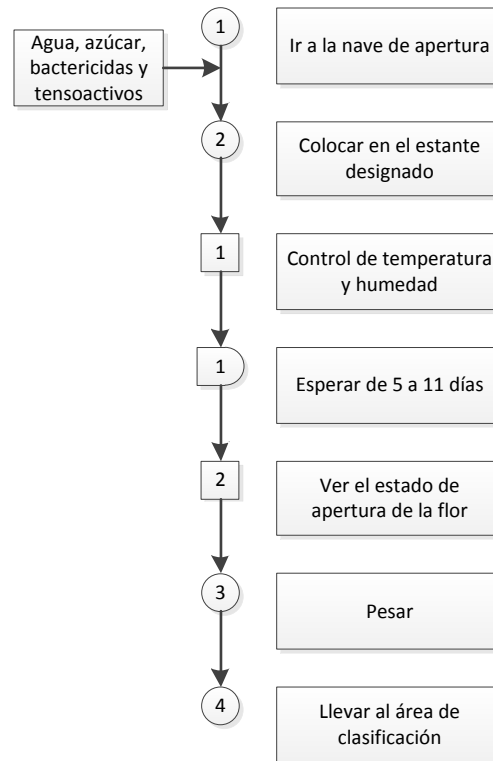


Figura 1.6: Diagrama de flujo: Sala de apertura.
Elaborado por: El Autor.

c) Sala de clasificación en blanco



Figura 1.7: Instalaciones de la Sala de clasificación de blanco.
Elaborado por: El Autor.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La flor con un determinado porcentaje de apertura, pasa a la sala de clasificación donde por líneas de producción, se retiran las hojas del tallo y así evitar la plaga minador¹, cuya presencia en el producto terminado puede ser objeto de rechazo en el mercado internacional, provocando la disminución de la calidad junto con altas pérdidas económicas.

Una vez pesadas, son llevadas a diferentes puestos de trabajo, donde se realizan diversas actividades ligadas a la calidad del producto final.

Una persona llamada Clasificadora, retira las hojas, las ramillas secas y rotas o tallos que por alguna razón presenten indicios de rotura o mala presentación, luego forma grupos de tallos denominados bonche, cuyo número de tallos dependen del lugar de exportación. Estos grupos se diferencian por las ligas que indican el grado. Además, las clasifica como: grueso, mediano y delgado e incluso de acuerdo a la longitud con un determinado color de liga, tal como se muestra a continuación:

Tabla 1.2. Codificación según longitud de tallo.

Color de liga	Verde	Roja	Blanca	Amarilla
Longitud (cm)	85	80	75	70

Elaborado por: El Autor.

A esta acción se suma una segunda persona llamada Revisadora, quien inspecciona los tallos agrupados, los codifica mediante el uso de diferentes tipos de paletas y los pone en una banda transportadora.

La forma de agrupación según la exportación se explica en la Tabla 1.3.

¹ Plaga de color negro y amarillo cuyas larvas se alimentan de la hoja.



Tabla 1.3. Agrupación según modelo de exportación.

Tipo de exportación	N° de tallos (bonche)	N° de bonche (ramos)	Tipo de paleta
Europa	5	5	Con Código de barra
Extra	Por peso pedido		Con una raya azul
	6	4	
	8	3	
	12	2	
Bouquetera	20	(55-60 cm)	Con raya verde

Elaborado por: El Autor.

Luego de pasar por la banda son recogidos para ser pesados de acuerdo a los requerimientos que dependen del tipo de exportación; estos no se especifican debido a la gran cantidad de pesos.

Una vez pesados se les da una presentación en base al grado y con un determinado número de ramos, tal como se muestra en la Tabla 1.4. para ubicarlos en un recipiente con agua, llamado procona.



Tabla 1.4. Presentación según modelo de exportación.

			Presentación	
			Papel	Capuchón
Tipo de exportación		Grado	N° Ramos	N° Ramos
Europa	Million Stars	1000	7	5
		750	10	6
		625	11	7
		500	12	-
	Xlence	1000	6	4
		750	9	5
		625	11	7
		Bouquetera		Todos
Extra		Todos	-	15

Elaborado por: El Autor.

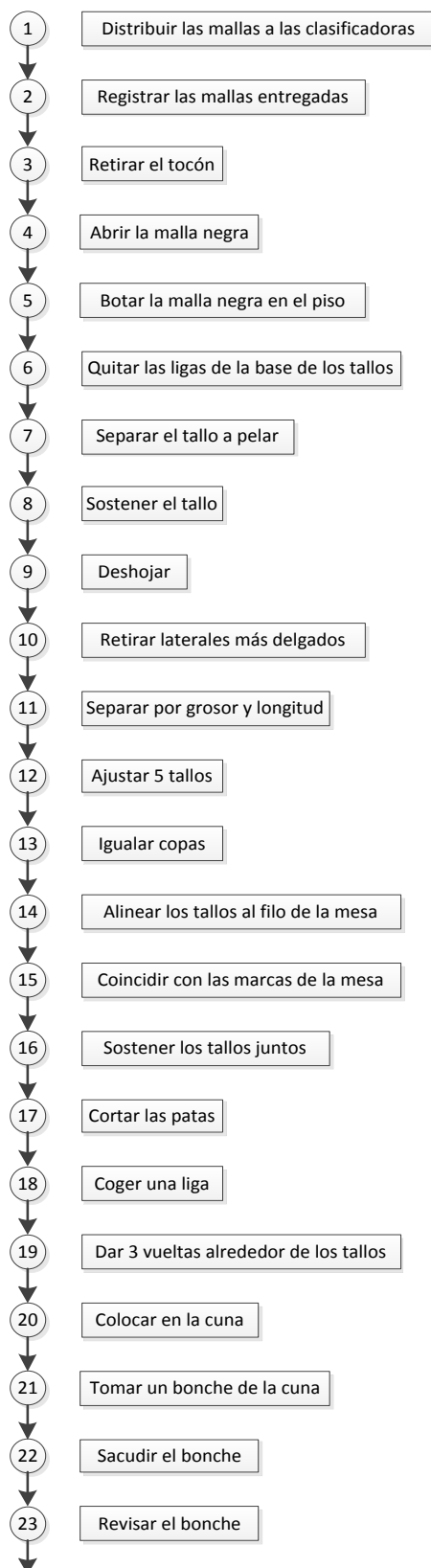
Por último, los ramos para las proconas son pesados y controlados junto con los números de tallos requeridos.

A continuación, las proconas son transportadas a los cuartos de frío.

En el Gráfico 1.8 se puede observar el diagrama de flujo de la sala de clasificación en blanco:



UNIVERSIDAD DE CUENCA





UNIVERSIDAD DE CUENCA

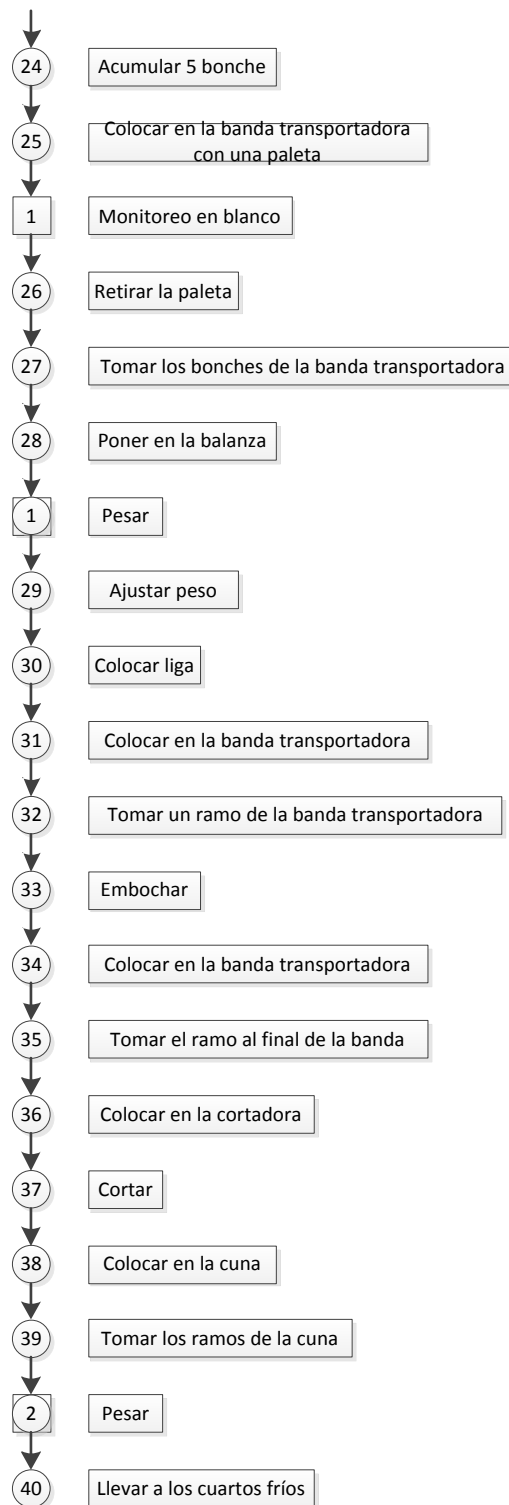


Figura 1.8: Diagrama de flujo: Sala de Clasificación en blanco.
Elaborado por: El Autor.

d) Cuartos de frío

Figura 1.9: Instalaciones de los Cuartos de frío.
Elaborado por: El Autor.

Como siguiente paso, las proconas son llevadas al cuarto frío donde serán almacenadas hasta su posterior empaquetado en cajas, mientras esperan ser llevadas al destino final.

Inicialmente la flor pasa por un estado llamado de pre-enfriamiento, en donde la flor pasa desde la temperatura ambiente a 2° C en promedio en un lapso de 20 minutos. Luego, es llevada al cuarto 4 para mantenerse a 2 °C durante 24 o 48 horas en hidratación, dependiendo si es variedad Xlence o Million Stars, respectivamente. Para ello, una persona separa las proconas por grado, variedad, cliente y fecha de recepción a fin de evitar confusiones. Una vez pasado el tiempo de refrigeración, la flor es llevada al cuarto de empaque en donde la flor es empaquetada en cartones de cuartos, octavos y HV según el pedido del cliente, mediante una zunchadora automática. Luego es trasladada a una máquina de sople, en donde durante 20 minutos la flor es secada. Por último, las cajas son codificadas según los pedidos y con sellos de calidad. La presencia de algunos ventiladores hace que las cajas se mantengan entre 2°C y 3 °C hasta su posterior traslado al camión.

A continuación se muestra el diagrama de flujo del cuarto de frío:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

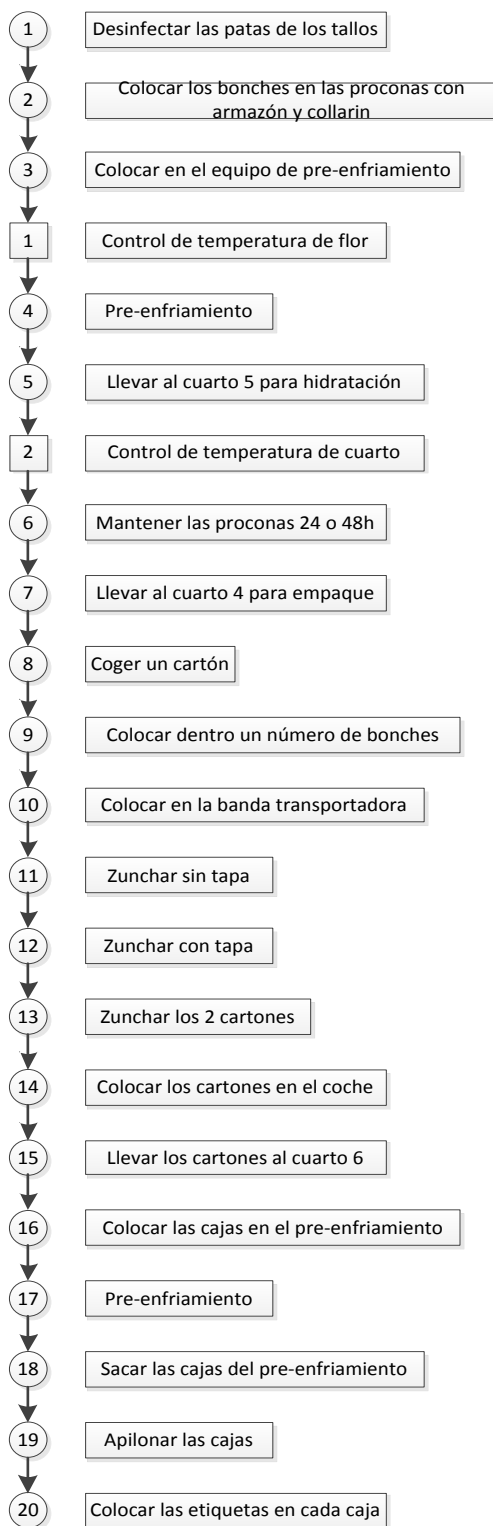


Figura 1.10: Diagrama de flujo: Cuartos de frío.
Elaborado por: El Autor.



1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cantidad de azúcar administrada por el técnico para obtener las soluciones de apertura es una medida generalizada, por lo que se hace necesario conocer si hay un exceso de reactivo que no ayuda a la flor con sus características de peso y tiempo de vida en florero.

Esta cantidad se ha subministrado durante 14 años, con la hipótesis de que brindará seguridad en la cantidad de alimento necesario para el proceso de apertura de la flor, sin permitir la inoculación de bacterias dañinas para su organismo bioquímico y obtener una flor presentable y duradera en manos del consumidor final.

Todo esto conlleva a la importancia de entender qué sucede antes, durante y después del proceso de apertura a fin de que dicho proceso apoye y sea de vital interés para los objetivos planteados por la empresa.

Es así que conociendo la situación actual de este proceso y los requerimientos finales en la producción, se permite plantear la pregunta cuya respuesta se desea obtener después de la ejecución del tema de tesis:

¿Cuál es la concentración óptima de azúcar que permite mantener a la flor sus características de peso y tiempo de vida en florero?

1.3.1. Variables de Referencia

En base a la pregunta planteada anteriormente, se proponen dos variables de referencia, que a continuación se describen:

a) Grado del tallo

El grado del tallo representa la relación existente entre el grosor y una determinada longitud del tallo para obtener un peso establecido expresado en gramos (g).

b) Tiempo de vida en florero

El tiempo de vida en florero representa el número de días que los tallos de la variedad de flor mantiene sus características visuales desde que el cliente adquiere la flor.



1.4. OBJETIVOS DE LA TESIS

Los objetivos planteados y a cumplir con la realización de la tesis, tanto generales como específicos se detallan a continuación:

1.4.1. Objetivo General

Determinar la cantidad óptima de azúcar en el proceso de apertura de la flor *Gypsophila* variedad Million Stars y Xlence, con el propósito de obtener mayor peso y su influencia en el tiempo de vida en florero.

1.4.2. Objetivos Específicos

Establecer la situación actual del proceso de apertura de la flor objeto de estudio.

Ejecutar la experimentación con diferentes concentraciones de azúcar en un rango delimitado por la empresa.

Establecer la cantidad óptima de azúcar en el proceso de apertura de la flor.

Demostrar la interrelación de la cantidad de azúcar con el peso y el tiempo de vida en florero.



CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA FLOR Y SUS VARIEDADES

2.1. GYPSOPHILA

La Gypsophila es una planta ornamental conocida como velo de novia o ilusiones y es muy utilizada como flor de relleno para los arreglos y decoraciones florales (Marín Ullauri, 2011).

El nombre de Gypsophila proviene del griego Gypsos (yeso) y Philos (amor), por lo que el nombre significa que crece mejor en suelos con alta acumulación de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (Castrillón Gallardo, 2012).

Origen y Distribución.

La planta Gypsophila es originaria de Europa y Norte de Asia: Egipto y Australia. En Europa, la floración natural comienza a finales de primavera y dura hasta el otoño. Durante este período hay dos o tres ciclos de floración, dependiendo de la región (Danziger "Dan" Flower Farm, 1998).

Las primeras plantas fueron traídas a Israel durante los años 1960 y después de un corto tiempo fue adquirida por Danziger "Dan" Flower Farm (Ibíd).

En el año de 1970, la Facultad de Agricultura en Rejovot (Israel) empezó a realizar experimentos con el propósito de controlar el tiempo de floración para que la Gypsophila sea apta en las condiciones de Israel. El cultivo de esta flor con fines comerciales comenzó en 1975 con unos pocos miles de metros cuadrados y desde entonces se ha incrementado sobre las 200 hectáreas (Ibíd).

A partir de este tiempo, la planta Gypsophila ha sido introducida en muchos países con el objetivo de producirla y obtener rendimientos económicos a través de su producción y exportación, especialmente desde sectores que permiten su desarrollo tal como América Latina (Ibíd).



2.1.1. Clasificación y Descripción Botánica

Para un mejor estudio de la planta *Gypsophila*, a continuación se detalla la clasificación taxonómica:

Reino:	Vegetal
Tipo:	Fanerógamas
Subtipo:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Subclase:	Arquidamideas
Orden:	Centrospermas
Suborden:	Cariofilineas
Familia:	Cariofilaceae
Género:	<i>Gypsophila</i>

(León Catucuamba, 2004).

La planta *Gypsophila* contiene unas 125 especies adecuadas para jardines, a excepción de la especie *Paniculata* Linnaeus, la cual se toma en el presente estudio, cuyo nombre científico queda definido como: *Gypsophila Paniculata* Linnaeus.

Las variedades de esta planta son populares y comercialmente escogidas para formar arreglos florales. Según Danziger "Dan" Flower Farm (2012), algunas de las más comunes variedades son:

Bristol Fairy: Esta variedad es de rápido crecimiento y con una pequeña flor de diámetro 5-7 mm. Dicha flor fue ampliamente distribuida en Israel durante el primer año de cultivación. Hoy en día es vista con menos frecuencia, pero es sembrada en grandes cantidades en el extranjero.

Perfecta: Actualmente, esta es la variedad *Gypsophila* principal en Israel. La tasa de crecimiento es lento y las flores son grandes de 10 a 13 mm y blancas, con un matiz verdoso durante ciertos períodos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Flamingo: Es una variedad rosada con pequeñas flores de 6-7 mm de diámetro y bajo rendimiento. Ésta no es una variedad extensivamente sembrada en Israel.

Golan: Ésta variedad es blanca luminosa con una flor de tamaño mediano 8-9 mm; además, posee un tallo completamente ramificado con gran cantidad de flores. Su tasa de crecimiento es rápida.

Gilboa: Al igual que el anterior, posee una flor de tamaño mediano y tallos ramificados; sin embargo, se diferencia en la formación de la flor.

Arbel: Ésta es una variedad relativamente nueva, con una flor blanca de tamaño grande 11-12 mm. Su tallo es sumamente ramificado y con abundancia de flores. Esta variedad es similar en sus características a las anteriores aunque tiene una flor más grande y más rellena.

Tavor: También es una variedad relativamente nueva, con una flor blanca de tamaño mediano 9-10 mm. Su tallo tiene una forma cónica y es menos rellena que la Arbel. Posee una tasa de crecimiento rápida.

Yukinko: Al igual que las anteriores, es una variedad relativamente nueva, con una flor blanca de tamaño medio 7-8 mm. Sus ramas son erguidas y estables, de forma cónica con poco follaje. Esta variedad es sumamente conveniente para la industria florícola.

Million Stars: Una de las últimas generaciones es esta variedad con una elegante y única flor debido a la abundancia de diminutas flores rellenas con un diámetro de 5-6 mm. Sus ramas son erguidas y estables con poco follaje.

Galaxy Million Stars: Muchas de sus características son parecidas a las de Million Stars ya que proviene de esta variedad, su diferencia radica en el tamaño de la flor 7-8 mm, alcanza un gran rendimiento en temporadas calientes o verano.

Xlence: También es de última generación, pero su flor es de tamaño grande 10-14 mm de diámetro y con una textura esponjosa. Sus ramas son erguidas y estables con poco follaje.



Naturaleza de crecimiento:

La planta *Gypsophila* tiene débil dominancia apical, es decir, el ápice de las ramas principales muestran escaso crecimiento a diferencia de las ramas secundarias que tienen mayor crecimiento. Si la planta es estimulada por largos días, el tallo se alarga y termina en floración. En cambio, si las condiciones son de días cortos y bajas temperaturas, el desarrollo de la planta termina en una roseta de hojas, es decir, varias hojas se adaptan en una disposición circular (Danziger "Dan" Flower Farm, 1998).

Después de la plantación, hay un tallo central que se desarrolla desde el suelo, mientras que los tallos secundarios se desarrollan y engruesan desde la base de la planta, lo que les hace parecer como tallos independientes. Por otra parte, hay varios tallos que obtienen su desarrollo después de la poda, pero su grosor y el número de ellos, dependen de la altura a la que la planta es podada y del lugar en que se sitúan los nuevos brotes. Cabe mencionar que los tallos desarrollados desde la base de la planta son más fuertes que los desarrollados después de la poda (Ibíd).

Fisiología:

Según Marentes Barrantes (2013), el desarrollo de la planta *Gypsophila* puede ser dividida en cinco etapas principales:

- a. Etapa vegetativa
- b. Inducción
- c. Alargamiento (bolting) e iniciación de la flor
- d. Formación de la flor
- e. Floración

De acuerdo a este patrón de crecimiento, la *Gypsophila* está definida como una planta con condiciones obligatorias en una cierta cantidad de días largos. Esto significa que las condiciones de días largos deben permitir a la planta proceder desde la etapa vegetativa hasta la de floración.

La duración del día requerido para que la planta lleve a cabo la reacción de floración, debe ser de al menos 13 horas, y varía con la variedad. En un determinado nivel de temperatura, mientras más largo es el día más temprano se da la reacción de floración.

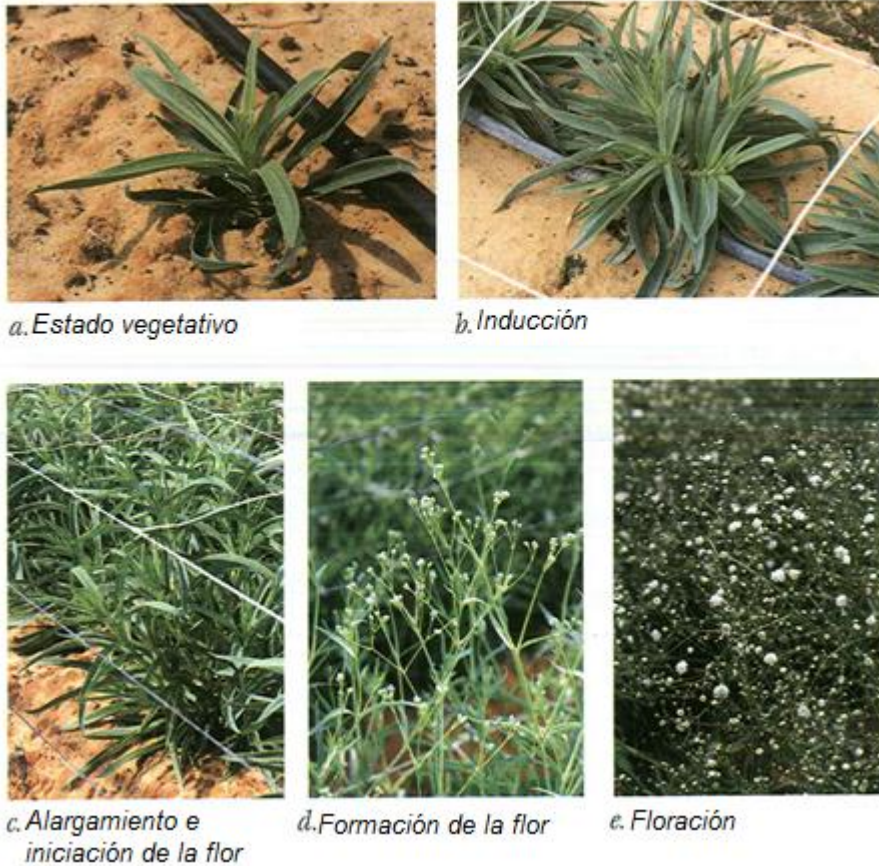
DEVELOPMENT FROM PLANTS TO FLOWERS

Figura 2.11: Etapas de la planta *Gypsophila*.

Fuente: Danziger "Dan" Flower Farm.

La duración del proceso de crecimiento y el tiempo hasta la floración están también afectados por la temperatura: cuanto más alta es la temperatura (por encima de un cierto mínimo), más temprana es la reacción de floración.

La duración del día, la temperatura y la intensidad de la luz afectan la floración en todas sus etapas, y son cruciales en las etapas de inducción, iniciación y formación de la flor (etapas b-d).

La rápida reacción no es necesariamente una característica deseable desde un punto de vista comercial, lo que es importante es que las tasas de crecimiento en las diferentes etapas deban ser coordinadas unas con otras.



Cuando el crecimiento es rápido (alta temperatura y una duración de día de 14-16 horas), el intervalo entre la siembra y la floración será corto (50-60 días) pero la calidad y el rendimiento será pobre. Esto es probable que ocurra si la poda o la siembra se realiza en el verano.

Cuando el crecimiento es lento (baja temperatura y una duración óptima de día de 14-16 horas), la floración se retrasará (80-120 días), pero el rendimiento en términos de cantidad y calidad será óptimo. Esto puede ocurrir si la poda o la siembra fueron realizadas entre el otoño y el inicio del invierno.

Bajo condiciones de días cortos y bajas temperaturas, la planta será caracterizada por el crecimiento vegetativo con muchas ramificaciones. La floración no ocurrirá hasta que al menos uno de los factores ambientales: duración del día, temperatura o intensidad de luz sea cambiada.

Condiciones de crecimiento:

Danziger “Dan” Flower Farm (1998), menciona que las condiciones de crecimiento pueden variar en el suelo o bajo estructura.

Suelo.- La *Gypsophila* crece en toda clase de suelos así como en cultivos sin suelo, siempre que el medio esté bien drenado y ventilado.

Cultivar en suelos en el que la *Gypsophila* no ha sido previamente sembrada es recomendable, porque el suelo puede desarrollar síntomas de “cansancio” después de varios ciclos de crecimiento, por las siguientes razones:

1. El desarrollo de microorganismos (patógenos secundarios) reduce la cantidad de bacterias benéficas, algunas veces este fenómeno está acompañado por cambios químicos y físicos negativos en el suelo.
2. La planta *Gypsophila* segrega materiales que son tóxicas para sí misma cuando son acumuladas más allá de un cierto nivel.

Estructura.- Para asegurar el crecimiento de alta calidad, especialmente en regiones moderadas se recomienda sembrar la *Gypsophila* en una estructura cerrada bajo una cubierta de plástico con buena ventilación. En los últimos años, la *Gypsophila* ha sido sembrada cada vez más en campos abiertos, y hoy en día esta clase de siembra representa una parte significativa de la cultivación de esta planta.



Cosecha y Pos Cosecha:

La cantidad de flores *Gypsophila* obtenidas por unidad de área depende en gran medida de una cosecha adecuada. Los procedimientos de cosecha escasa podrían causar pérdidas considerables de flor. La cosecha debe iniciarse aproximadamente cuando haya de 5 a 15 flores abiertas en cada tallo. En la pos cosecha, las flores cortadas son almacenadas en una sala de apertura hasta que sobre cierto porcentaje de inflorescencia, la flor esté lista para la comercialización. Durante la pos cosecha las plantas son clasificadas, de acuerdo a la longitud y grosor del tallo, y agrupadas en pequeños ramos llamados bonches (Centro de Información e Investigación en Tecnología Poscosecha, Universidad de California, 2011).

La longitud de la flor cortada en la cosecha, se determina nuevamente durante la pos cosecha; por lo tanto, se requiere una alta precisión para lograr los mejores resultados. La longitud del tallo así como el número de ramas laterales a cortar se determina de acuerdo a los requerimientos y condiciones del mercado. Los productores deben cosechar de acuerdo a directrices estrictas y mantenerse informados sobre las condiciones del mercado (Ibíd).

Empaque y embalaje:

Después de los tratamientos previos y el re-corte (cortes al tallo que se ajustan a las condiciones del mercado), las flores deben ser ubicadas en fundas de polietileno de tamaño adecuado, aunque algunos productores hacen esto en el propio campo, para luego ser guardadas en depósitos fríos por 12 horas antes de ser entregadas a los mercados de exportación. Las flores refrigeradas son ubicadas en cubetas que contienen agua limpia y un bactericida con una determinada concentración (Marentes Barrantes, 2013).

2.2.DESCRIPCIÓN DE LAS VARIEDADES PRODUCTOS DE LA PLANTACIÓN

Como se mencionó anteriormente en el punto 2.1.1, la planta *Gypsophila* tiene algunas variedades descritas en el mismo punto; sin embargo, la Plantación Malima Cía. Ltda. produce dos variedades específicas: Million Stars y Xlence, las cuales con un mejor alcance se describirán a continuación:

2.2.1. Million Stars



Figura 2.12: Variedad: Million Stars.

Fuente: Danziger Cut Flower.

Durante los años 90, la variedad principal en muchos mercados fue la Perfecta con unas flores relativamente grandes (10-13 mm). Luego de varios años, Danziger “Dan” Flower Farm introdujo una nueva variedad con flores pequeñas (5-6 mm), llamada Million Stars, la cual recibió gran aceptación y ha mantenido un alto desarrollo en el mercado de la Gypsophila (León Catucuamba, 2004).

Million Stars también conocida como ‘Dangypmini’ es una variedad con muchas características que difieren de aquellas pertenecientes a las de la Perfecta. Ésta posee ramas relativamente erguidas que son estables pero flexibles con poco follaje y al final de las ramas hay cúmulos de muchas flores blancas diminutas que crean una estructura similar a una tapa (Ibíd).

Esta variedad es otro producto innovador del sistema de reproducción de Danziger “Dan” Flower Farm y está adecuada para la siembra en invernadero, así como para el cultivo a campo abierto (Danziger “Dan” Flower Farm, 1998).

Million Stars ha generado un cambio sustancial en la demanda de la Gypsophila. El cultivo comercial empezó a finales de otoño y principios de invierno en 1997. Ésta tiene ramas estables aunque flexibles con poco follaje y la inflorescencia consiste de abundante flores blancas diminutas y brillantes (Barahona Rojas, 2012).



Esta variedad sirve como una opción de relleno que puede añadir elegancia a cada ramo o arreglo floral, aunque también pueden posicionarse por sí misma en la industria florícola (Ibíd).

Estructura.- Barahona Rojas (2012) menciona que la variedad Million Stars puede ser cultivada en estructuras cerradas tal como invernaderos o túneles. Durante períodos calientes se cultiva a campo abierto o al menos las cortinas de plástico deben ser retiradas de las estructuras para permitir una ventilación máxima. En aquellas zonas donde la temperatura es templada, ésta puede ser cultivada a campo abierto.

Suelo.- De igual forma, Barahona Rojas (2012) señala que cualquier tipo de suelo es apto, siempre y cuando sea bien drenado y ventilado. El suelo arenoso tiene algunas ventajas, ya que los productores pueden mantener la aspersión para enfriar la zona e incrementar la humedad alrededor de la planta en todas las etapas de crecimiento sin temor a la acumulación de agua.

Cosecha, clasificación y agrupación.- Por una mejor eficiencia, estas operaciones son iniciadas en el campo. Los tallos son agrupados en ramilletes de 30 tallos cubiertos por una malla. Luego, son ubicadas en una solución de azúcar, bactericida y STS. Las flores deben tener cierto grado de inflorescencia para ser seleccionadas.

Ventajas de la Million Stars

- Más rendimiento por unidad de campo. Million Stars puede ser sembrada más densamente (9-10 plantas por m², neto).
- Las ramas de Million Stars son más fuertes y más estables.
- Las ramas son erguidas y sin mucho follaje, lo que hace que la recolección, la clasificación y el agrupamiento sea menos complicado y más eficiente. Million Stars es también más fácil de usar en ramos y arreglos florales.
- La capacidad requerida de almacenamiento (almacenes, sala de apertura, cuartos de frío, etc) es más pequeña.
- Million Stars tiene más ramas por unidad de empaque; por lo tanto, los costos de transportación son más bajos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Million Stars necesita menos tiempo de iluminación, con el consiguiente ahorro en los costos de iluminación.
- Esta variedad tiene alta tolerancia a la navegación, incluso para destinos lejanos.
- El volumen de pulverización requerido en los campos para la Million Stars es relativamente bajo, debido a su poco denso follaje.
- La variedad es nueva y tiene alta demanda.
- Sus diminutas flores pueden reemplazar a otros materiales de relleno en la industria florícola.

(Danziger "Dan" Flower Farm, 1998).

2.2.2. Xlence



Figura 2.13: Variedad: Xlence.

Fuente: Danziger Cut Flower.

Xlence es uno de los últimos productos innovadores creados por el sistema de reproducción de Danziger-Dan Flower Farm. Esta variedad posee una densa inflorescencia llena de flores hermosas, y todas con características como:

- Tamaño excepcionalmente grande (10-14 mm).
- Colores blancos puros y brillantes.
- Forma geométrica perfecta de bola.



- Tallos erguidos, fuertes y distinguidos.
- Una presencia muy fuerte y voluminosa.
- Sus etapas de crecimiento son muy rápidas.
- Altos rendimientos de producción.
- Baja demanda en flores con condición de largos días.
- Baja sensibilidad a la duración del día.
- Fácil manejo y corta duración de la floración.

(Danziger "Dan" Flower Farm, 2012).

Sus tratamientos son muy parecidos a la de la Million Stars; aunque es de tallos más delicados; por lo que, en la cosecha, son agrupados en ramilletes de 20 tallos cubiertos por una malla. Luego, pasa por los mismos procesos descritos en la Million Stars.

2.3.PROCESO DE APERTURA

La Gypsophila es una planta con condiciones de día largo para el proceso de apertura. Debido a las condiciones de ubicación geográfica y los efectos de la temperatura, ésta se relaciona con una temperatura diurna de 15 °C y nocturna de 10 °C. La apertura de la flor en una misma planta no es uniforme en todos los tallos, esto significa que se produce de forma escalonada desde las flores más cercanas al ápice hacia la base (Marentes Barrantes, 2013).

Para alcanzar una óptima apertura de flor, los tallos deben ser cortados antes de que estén con flores abiertas para luego realizar la apertura artificial. Es por esto, que los tallos son cortados en el denominado punto de corte que es el estado en el que poseen de 5 a 15 flores abiertas por tallo. De esta forma, se evita el daño mecánico de las flores durante la recolección y se prolonga el tiempo de vida de la flor (Castrillón Gallardo, 2012).

Las flores con exceso de apertura tienen menor vida útil y son vulnerables al ataque de hongos, tal como: Botrytis cinérea (Ibíd).



Durante el proceso de apertura, la planta cortada produce etileno; por lo que puede propiciar un desorden fisiológico llamado “flor dormida”. De allí la importancia de un tratamiento previo al proceso de apertura para evitar el efecto de dicho elemento y sus consecuencias fisiológicas. Además, se debe evitar el bloqueo interno de los tallos por causa de bacterias mediante la adición de un biocida (Marentes Barrantes, 2013).

Con la ayuda de la apertura artificial, se ha logrado reducir las pérdidas producidas en el manejo de la flor en el campo, y además se obtiene una regulación en la oferta de flores (Ibíd).

Según Marentes Barrantes (2013), las condiciones ambientales para someter a los tallos a una apertura artificial son:

- Temperatura entre 20-25 °C, para beneficiar la absorción de la solución por los tallos.
- Humedad relativa entre 40-60% para evitar el exceso de transpiración.
- Iluminación continua con una intensidad de 1000 a 1200 luxes.

2.3.1. Solución de Apertura

Una vez que la flor ha recibido el tratamiento, para prevenir el efecto del etileno, y ha sido transportada al invernadero, se la coloca en cubetas o baldes con solución de apertura.

Esta solución debe estar fresca y con componentes que a continuación se detallan:

- a. Azúcar.
- b. Acido cítrico.
- c. Cloro.
- d. Bactericidas

Azúcar.- El compuesto al que se hace referencia en este trabajo de tesis es aquella conocida industrialmente como azúcar blanca o refinada, encontrándose incluso de otros tipos. En términos generales se dice azúcar al compuesto químico llamado sacarosa o sucrosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$).



La sacarosa es un compuesto disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, se obtiene de la remolacha y de la caña de azúcar, siendo esta última la materia prima de obtención en el Ecuador. Además, contiene un valor calórico de 358 kcal por cada 100 g del producto y una solubilidad de 200 g por cada 100 cm³ de agua a 20 °C (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, 2013).

El subministro de azúcar durante el proceso de apertura surge debido a la necesidad de ésta para un rápido desarrollo de los botones florales y el sostenimiento de la tasa de respiración. Si la planta no absorbe azúcar mediante solución, obtendrá dicha sustancia del almacenamiento en los tallos, hojas y pétalos; por lo que consecuentemente el tallo cortado dará apariencia de envejecimiento prematuro (Centro de Información e Investigación en Tecnología Poscosecha, Universidad de California, 2011).

Por otra parte, se ha observado que aquellas flores que abren sin solución de azúcar brindan un color opaco respecto al brindado cuando la flor se abre con solución. A ello se suma la presencia de hojas ennegrecidas debido a la falta del carbohidrato (Ibíd).

Ácido cítrico.- Es un compuesto sólido a temperatura ambiente cuya fórmula química es $\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$. Su presentación es en sacos y como cristales finos de color blanco (FERMAGRI, 2015).

La concentración es del 99%, y en esta condición se usa en el proceso de apertura. El ácido cítrico se utiliza como hidratante del tallo durante la pos cosecha, su función es bajar el pH hasta un rango de 4 – 4,5 (Ibíd).

El ácido cítrico también sirve como agente quelatante, es decir, adhiere y transporta ciertos nutrientes necesarios para el tallo de la flor, lo que significa que hay una mejora en la adsorción de la solución (Ibíd).

Cloro.- Este nombre hace referencia al producto comercial Cloro Granulado HTH, aunque en su composición química presenta hipoclorito de calcio $(\text{ClO})_2\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ al 68% (Aquaquimi, 2013).

Este producto es un desinfectante bactericida de color blanco y tiene presentaciones en polvo o en tabletas con un olor parecido al cloro. Su solubilidad en agua es del 18 %m/m a 25°C (Ibíd).



Este compuesto tiene un alto poder oxidante y corrosivo. Por otra parte, si se produce la inhalación es muy tóxico especialmente en los pulmones y es peligroso si hay contacto con los ojos o la piel provocando severas quemaduras; por lo que se recomienda el uso de equipo de protección personal (Ibíd).

En el proceso de apertura, el uso de azúcar favorece la propagación de las bacterias, por lo que se hace necesario el uso de este producto. Cloro Granulado HTH elimina las bacterias y evita la turbidez del agua. Antes de la aplicación, se recomienda medir la cantidad de cloro libre y así evitar una alta concentración (Ibíd).

Bactericidas².- Los productos para el tratamiento pos cosecha de la flor son de tipo fungicida, bactericida, sistémico, preservante e hidratante. Su elaboración es en base de microbicidas y tensoactivos orgánicos.

Durante la preparación se recomienda el uso de agua potable y recipientes plásticos; evitando los recipientes metálicos. Es muy compatible con otros productos usados en la pos cosecha, ya que no reaccionan con ellos; sin embargo, se deben tomar en cuenta las precauciones generales para el uso y manejo de estos productos.

Algunas de las funciones son: prevenir el desarrollo de la carga microbiana en los tallos y la solución de apertura, mejorar el proceso de floración, evitar la obstrucción vascular de los tallos, evita los síntomas del envejecimiento prematuro de la flor y estimular al tallo para la absorción de agua.

Los efectos de estos productos del tipo preventivo y curativo son muy efectivos después de ser absorbido y traslocado vía floema a los tejidos de la planta.

Las concentraciones usadas de estos productos y compuestos son las siguientes:

Azúcar: 60 g/L y se variará según diseño experimental (ver Capítulo 4).

Ácido Cítrico.

Cloro: 0,023 g/L.

Bactericidas: 0,3 cm³/L

² La descripción de los bactericidas son de propiedad intelectual de la empresa.



2.4. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Aunque las plagas y enfermedades son controladas durante el cultivo en el campo, se realizan controles de calidad durante el proceso de pos cosecha, y de esta forma evitar que en el mercado internacional, esto sea causa de no aceptabilidad. Es por ello, que a continuación se mencionan las plagas y enfermedades que se pudieran observar durante la apertura de la flor, a fin de evitarlas y contrarrestarlas.

2.4.1. Plagas

Las principales plagas conocidas en la apertura de la flor son:

- Moscas minadoras
- Pulgón
- Thrips

Moscas minadoras.- Las moscas minadoras, especialmente *Lyriomyza trifolii* y *Lyriomyza huidobrensis*, son de gran importancia en el estudio de plagas debido a sus efectos. Esta plaga inicia un ataque en las hojas, penetrando los tejidos y dejando huellas o “minas (de ahí su nombre)” (León Catucuamba, 2004).

El adulto tiene un ovopositor, en forma de espada, que introduce en los tejidos foliares en donde deposita los huevos. Luego de pocos días, los huevos eclosionan en gusanos y éstos construyen galerías dentro de la hoja con el fin de obtener su alimento, que puede ser causa de infecciones por otros organismos (Ibíd).

Una vez que la larva se desarrolla y llega a su madurez, emerge de las galerías y cae al suelo para transformarse en pupa inactiva y luego convertirse en mosca adulta (Ibíd).

Esta plaga tiene un enemigo natural, la avispa del género “*Diglyphus*” que ovoposita en las larvas del minador y evita su desarrollo (Ibíd).

Pulgón.- Los pulgones son insectos con una longitud de 1 a 4 mm y un color verde, amarillo o negro. Estos insectos se reproducen fácilmente y atacan todas las plantas alimentándose de sus partes tiernas, con excepción de aquellas que contienen aceites esenciales para repelerlos (Botanical online, 2014).



Esta plaga se beneficia en su desarrollo con el calor y la sequedad, es decir, crecen en épocas de aumento de temperatura. Son de difícil eliminación, por lo que ante un primer indicio se debe aplicar productos para evitar su desarrollo y proliferación (Ibíd).

Durante su ataque elaboran una sustancia parecida a la melaza convirtiendo a la planta afectada en un objeto pegajoso. En este líquido pegajoso, puede desarrollarse un hongo llamado negrilla que se alimenta de la planta y la debilita. Además, si este hongo cubre zonas verdes imposibilita que la función clorofílica sea realizada por la planta (Ibíd).

Las hormigas, especialmente *Asus Niger*, son las responsables y enemigos naturales de los pulgones, ya que los crían para luego alimentarse de sus secreciones líquidas con un alto contenido de azúcar. Otros enemigos naturales son: las mariquitas, los sírfidos o moscas cernidoras, las mantis, las crisopas, las tijeretas, etc (Ibíd).

Thrips.- Esta plaga es una de las más importante a tratar, ya que ataca a las flores, especialmente la *Frankliniella occidentalis*. Los thrips tienen una longitud de aproximadamente 1 mm de largo, varían en color desde amarillo hasta café oscuro y tienen el abdomen redondeado (Vásquez Tubón, 2013).

La especie adulta deposita sus huevos en los tejidos de la planta para luego, cuando nacen las larvas, alimentarse de la flor y otros tejidos mediante succión del contenido celular de los tejidos (Ibíd).

La flor que ha sido atacada por esta plaga, presenta cicatrices y pequeñas manchas elongadas que después de pocos días se vuelven café. Pero si el ataque ha sido sobre la hoja, se observan malformaciones en forma de estrellas. Además, esta plaga es responsable de causar ciertos daños indirectos como la transmisión de virus o enfermedades que afectan a determinadas plantas (Ibíd).

Entre los enemigos naturales de los thrips están: los ácaros que se alimentan de ninfas de thrips; los chinches predadores que se alimentan de ninfas, pupas y adultos; y un heminóptero de la especie *Thripobius semiluteus* que ataca a las ninfas de thrips. También, están los hongos entomopatógenos que atacan a las prepupas y pupas presentes en el suelo (Ibíd).



2.4.2. Enfermedades

Las principales enfermedades conocidas en la apertura de flor son:

- Pudrición de la corona
- Alternaria
- Oidio
- Botrytis cinerea

Pudrición de la corona.- El agente causal de esta enfermedad ha sido reconocido por la actuación de diferentes especies de *Phytophthora* (Marentes Barrantes, 2013).

Este patógeno ataca cuando el ambiente tiene una temperatura entre moderada y alta, desde 25 a 30°C con un alto porcentaje de humedad. Sus síntomas son: marchitamiento de hojas, decrecimiento en el tamaño o desarrollo de tallos y presencia de hojas cloróticas, terminando con la presencia de una suave y acuosa formación en los tejidos de la corona (Ibíd).

Una vez presente en la corona induce la pudrición de la misma con un color café, hasta que haya un total marchitamiento de la planta. Esto normalmente ocurre 2 o 3 días después de la infección patógena (Ibíd).

Esta enfermedad sobrevive en el suelo como oosporas y clamidosporas durante un tiempo indefinido. Su diseminación es a través de plantas enfermas o por el mismo suelo infectado. Como medida de control se disminuye la humedad del suelo (Ibíd).

Alternaria.- El agente causal de esta enfermedad es el hongo del tipo *Alternaria spp* (Michigan State University, 2014).

Este hongo ataca a las hojas y está asociado a un ambiente con falta de ventilación y con alto grado de humedad. Entre los síntomas que presenta la planta están: manchas oscuras en las hojas, lesiones que pueden tener anillos concéntricos dentro de ella. Estas manchas se van fusionando por lo que resulta en una plaga foliar. También, se ven afectados los pétalos notándose por una pudrición de los botones florales (Ibíd).



Un ataque por parte de esta enfermedad reduce la capacidad fotosintética de las hojas llegando a marchitarlas completamente, y en las flores causa pérdidas del valor estético (Ibíd).

La propagación de este patógeno se realiza mediante esporas producidas en la superficie de la planta para luego transmitirse a otra planta por salpicaduras de agua o el movimiento del aire. Como medida se debe mantener una buena aireación para reducir los niveles de humedad (Ibíd).

Oidio.- Su agente causal es el hongo de la especie *Erysiphe* que vive de la planta como parásito, obteniendo sus nutrientes de las células vegetales (Asturnatura, 2015).

También es conocida como Mildew polvoso debido a que ataca al tallo, las hojas y las flores dando una apariencia de manchas blancas polvorientas con sequedad en las hojas y flores (Ibíd).

Con condiciones de temperatura frescas y alta humedad, este hongo se reproduce de forma sexual durante el estado de desarrollo vegetativo y la floración. Inicialmente cubre el haz de la hoja y luego el envés pasando a los pedúnculos florales y las brácteas de las flores (Ibíd).

Las medidas tanto preventivas como de control se realizan con fumigaciones de fungicidas, especialmente cuando existen condiciones ambientales favorables (Ibíd).

Botrytis cinérea.- El agente causal de esta enfermedad, también conocida como Podredumbre gris, es el hongo *Botrytis sp* (Infoagro, 2015).

Este hongo desarrolla escamas sobre el tallo y botones florales y puede producir muerte en algunos nudos del tallo. Pero para atacar las partes vivas de la planta, necesita iniciarse a través hojas senescentes, flores no fecundadas o heridas causadas durante la poda, es decir, mediante materia orgánica muerta. Las flores atacadas toman un color café claro, luego se pudre permitiendo la formación de un moho gris (Ibíd).

El agente patógeno inverna en el suelo sobre restos de plantas en proceso de descomposición hasta que se presenten las condiciones adecuadas como un ambiente húmedo y una temperatura entre 18 a 23 °C, en el cual libera y germina sus esporas iniciando la infección. El ambiente húmedo y cálido de los



UNIVERSIDAD DE CUENCA

invernaderos con poca circulación de aire facilita el crecimiento y la esporulación de dicho hongo (Ibíd).

Algunas medidas de control son: eliminar residuos de cultivos anteriores, evitar goteras en los invernaderos, buena ventilación especialmente durante el día, evitar la entrada de neblina al invernadero durante la noche y realizar un control químico preventivo. Como enemigos naturales de este patógeno se han observados algunos hongos como *Trichoderma spp*, *Coniothyrium spp*, *Gliocladium p*, *Mucor spp*, *Penicilium spp*, *Verticilium spp* y algunas bacterias y nematodos (Ibíd).



CAPITULO 3: GYPSOPHILA Y EL MERCADO

3.1. LA ACTIVIDAD FLORÍCOLA DE LA GYPSOPHILA

La actividad florícola marca sus inicios a finales del siglo XIX e incluye la producción y cultivo de flores como rosas, flores de verano, flores tropicales, entre otras. Con el transcurso de los años, esta industria ha ganado fuerza y se ha posicionado como uno de los ítems que mayor divisa genera tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo (Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, 2013).

En muchos países, la Gypsophila está considerada como una parte inseparable en los arreglos florales por lo que frecuentemente se realizan estudios y asesoramientos en grandes granjas y productores individuales, además de la introducción de nuevas variedades por parte de Danziger "Dan" Flower Farm (Danziger "Dan" Flower Farm, 1998).

En el Ecuador, la floricultura inicia en la década de los setenta de la mano de 2 compañías en la Provincia de Pichincha, las cuales exportaban claveles y crisantemos. Después de varios años, se produce rosas y la industria de flores se expande a otras provincias de la Sierra (Guevara Guevara, 2010).

Según PRO ECUADOR (2013), existen sobre 571 haciendas productoras de flores distribuidas en 13 provincias: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Guayas, Los Ríos y Santa Elena que totalizan aproximadamente 4000 hectáreas de cultivo.

Ecuador es un país exportador de flores con una nulidad en importaciones, especialmente en Gypsophila, por lo que no se analizará dicha variable comercial.

Actualmente, la rosa ocupa el primer lugar de producción y exportación, seguido por la Gypsophila, el clavel, el crisantemo, entre otros. La Tabla 3.1 muestra la cantidad de exportaciones realizadas durante los últimos años.

Tabla 3.1. Cuadro de exportaciones de flores (Ecuador).

Tipo de flor	Toneladas de exportación por año									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Rosas	93870,00	72131,24	65254,05	103546,39	87484,92	77506,50	87274,62	87895,17	109569,43	103584,46
Gypsophila	9940,66	10379,54	8854,61	1410,31	4569,65	9993,81	9910,53	9994,49	11649,89	9906,25
Claveles	726,92	798,21	737,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Crisantemos	376,30	497,30	421,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lirios	0,00	608,63	0,23	17,86	378,08	986,50	1175,83	1309,89	1433,21	1420,04
Miniatura	0,00	0,00	4,05	68,43	509,43	784,75	922,25	982,31	522,65	1052,93
Alstroemería	0,00	0,00	16,90	18,57	178,11	436,69	756,72	988,90	1656,70	1926,85
Pompones	0,00	0,00	3,42	12,00	44,22	79,14	165,96	226,46	59,01	27,70
Gerbera	0,00	0,00	5,76	11,83	15,85	33,93	58,79	46,83	118,22	141,90
Orquídeas	0,00	0,00	0,00	0,27	0,25	0,34	0,12	6,22	1,98	0,48
Aster	0,00	0,00	0,00	0,48	63,51	182,01	210,80	225,91	352,90	276,36
Otros	17271,54	19750,24	13832,48	1948,34	7496,88	15729,26	16583,55	15622,36	22969,66	20999,72
Total	122185,42	104165,16	89130,30	107034,48	100740,90	105732,93	117059,17	117298,54	148333,65	139336,69

Fuente: Banco Central del Ecuador. Periodo 2005-2014.

Elaborado por: El Autor.

El cálculo del porcentaje de exportación de cada año se obtiene multiplicando la cantidad exportada por 100 y dividiendo para el total, cuyos valores son: 8,14%; 9,96%; 9,93%; 1,32%; 4,54%; 9,45%, 8,47%, 8,52%, 7,85% y 7,11% desde el año 2005 hasta el 2014, respectivamente. Se puede calcular que la exportación de Gypsophila está en un promedio del 7,53%.

La curva de crecimiento o decrecimiento de la demanda se puede observar en la Figura 3.1.



Figura 3.14: Exportación de flor: Gypsophila.

Fuente: Banco Central del Ecuador. Periodo 2005-2014.

Elaborado por: El Autor.

Tal como se observa en el gráfico, hay un mínimo en el año 2008 y un máximo en el año 2013, mientras que en el resto de los años, la exportación se mantiene aproximadamente en 10000 toneladas.

El destino final de la flor Gypsophila es el mercado internacional, tanto el norteamericano como el europeo, siendo los países más importantes: Estados Unidos con un 36,61%, Holanda con un 27,06% e Italia con un 9,37% de la



UNIVERSIDAD DE CUENCA

producción nacional. Los valores y porcentajes de exportación a cada país se muestran en la Figura 3.2 con datos del 2014.

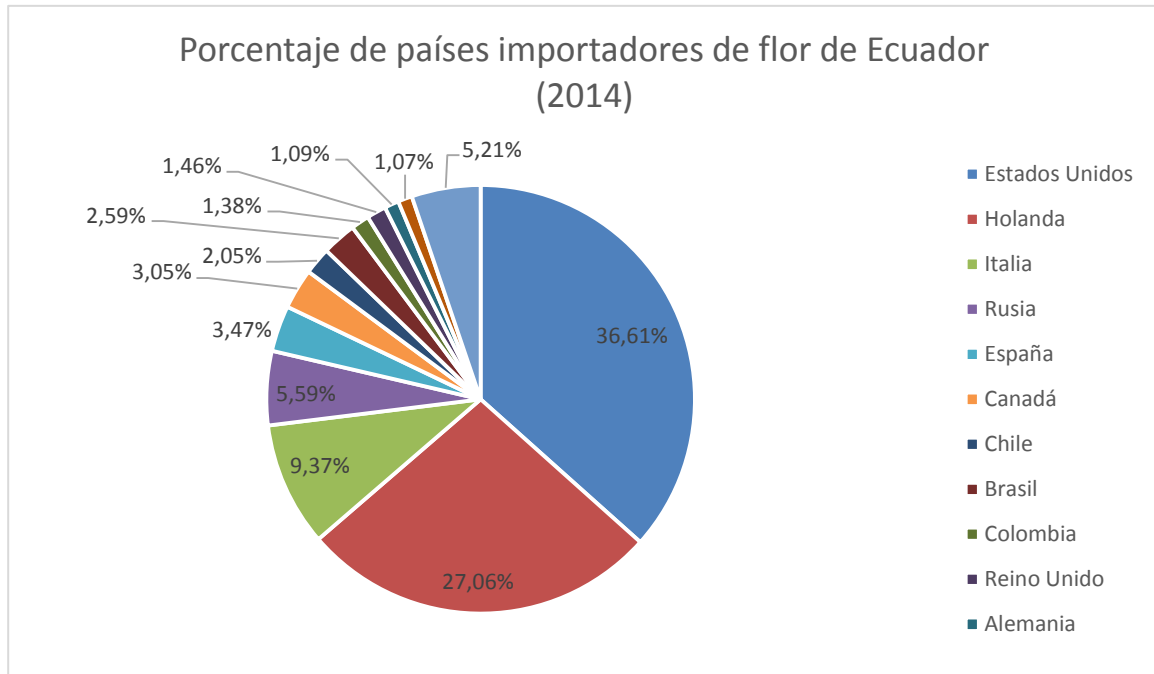


Figura 3.2: Porcentajes de países importadores de flor ecuatoriana.

Fuente: Banco Central del Ecuador. Datos: 2014

Elaborado por: El Autor.

En comparación con los datos del 2013, el porcentaje de exportación a Estados Unidos, Holanda e Italia ha incrementado un 5,72%; 5,24% y 17,03%; respectivamente. El alto incremento de Italia es debido a que en el 2013 se observó una gran baja respecto a otros años, por lo que se tomaron medidas para recuperar dicho mercado.

Cabe mencionar que Ecuador tiene 78 países mostrados en el Gráfico 3.3 a donde envía toda la producción de flor.

Lista de los mercados importadores para un producto exportado por Ecuador en 2014

Producto : 0603 Flores y capullos, cortados para ramos o adornos, frescos, secos, blan

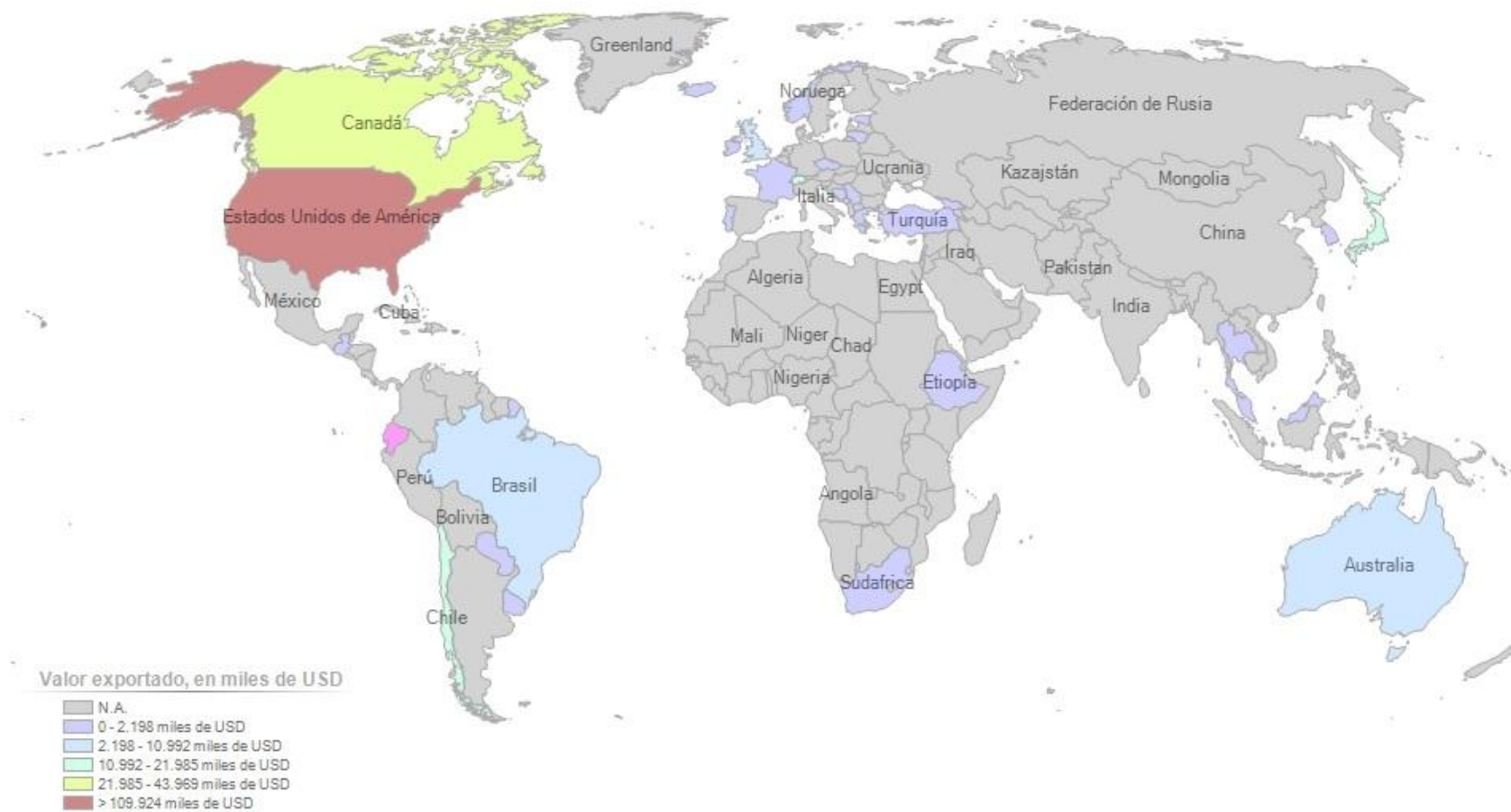


Figura 3.3: Países importadores de flor ecuatoriana.

Fuente: TradeMap. Datos: 2014

Según PRO ECUADOR (2013), la Gypsophila tiene como subpartida: 0603191000; que es un código necesario para el reconocimiento de un producto al realizar transacciones en el mercado internacional.

Sin embargo, para efectuar el cobro del arancel a la Gypsophila se la incluye en el grupo de subpartida: 0603190000. A continuación, se muestra la Tabla 3.2 con los valores de los aranceles cobrados a Ecuador por los principales países importadores de la flor mencionada.

Tabla 3.2. Arancel cobrado por los principales compradores a Ecuador.

Descripción: Demás flores y capullos frescos (incluye Gypsophila, Aster, Alstroemeria, Gerbera y los demás.			
Subpartida: 0603190000			
País	Valor del arancel	País	Valor del arancel
Alemania	0,00%	Países Bajos (Holanda)	0,00%
Brasil	0,00%	Italia	0,00%
Canadá	6,00%	Japón	0,00%
Chile	0,00%	Kazajstán	20,42%
Colombia	0,00%	Reino Unido	0,00%
Eslovaquia	0,00%	Rusia	20,58%
España	0,00%	Suiza	25,12%
Estados Unidos	0,00%	Ucrania	7,50%
Francia	0,00%		

Fuente: Dirección de Inteligencia Comercial, PRO ECUADOR (2013).

En la tabla se puede observar que Suiza designa el más elevado arancel y a pesar de ello, el 0,93% de la producción nacional tiene este destino. Es importante mencionar que respecto al pago de aranceles, Etiopía se favorece de este mercado, mientras que Ecuador se favorece de Brasil y Colombia (Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, 2013).



3.1.1. Factores de impulso

Guevara Guevara (2010), menciona que los factores de impulso para la producción de flores en el Ecuador, son los siguientes:

- Exoneración del pago de aranceles en la exportación de flores cortadas, botones y plantas a Estados Unidos, países de la Unión Europea y del Pacto Andino, según la Ley de Preferencias Arancelarias Andinas.
- Inversionistas ecuatorianos y extranjeros que quieren invertir en plantaciones florícolas en Ecuador, aprovechando las condiciones meteorológicas para cultivar diversas variedades de flores, con un tiempo de retorno de la inversión calculado para 3 años, a la que se le agrega factores tecnológicos propicios y de infraestructura con técnicas mejoradas que consiguen llevar a la floricultura a una nueva era de producción.
- La actividad florícola como primer generador de divisas en exportaciones no tradicionales, especialmente por la Gypsophila que ha permitido convertir al Ecuador en el principal exportador y con el mayor número de hectáreas de cultivo debido a la alta calidad de flor ecuatoriana en el mercado internacional.
- La mano de obra operativa y técnica que se encuentra disponible, el excelente grado de desarrollo y crecimiento, junto con el apropiado manejo medio ambiental que favorece la disminución de desempleo, la reducción de migración desde el campo a la ciudad, el aumento de la productividad de trabajo y la mejora del nivel de vida de la población.

3.1.2. Factores de riesgo

Entre los factores de riesgo, que Guevara Guevara (2010) considera que afectan la producción de flores en el Ecuador, se encuentran los siguientes:

- El costo del combustible utilizado en el transporte de flores mediante aviones de carga, que a pesar de los controles de temperatura y humedad; además de la óptima calidad de la flor hace que disminuya la capacidad de competencia frente a otros países.



- Las plagas y enfermedades son un alto riesgo debido al peligro de ser introducidas en un país importador, éstas limitan la exportación de flores frescas cortadas sino existe garantía de control. Si en un cargamento de flores hay presencia de plagas o enfermedades, se prohíbe la entrada de la carga al país importador, excepto si el país exportador garantiza la eliminación de dicha plaga o enfermedad con algún tratamiento, para lo cual debe diseñar un protocolo de trabajo que garantice dicho objetivo. Las inspecciones fitosanitarias se realizan en el país de origen siempre y cuando existan acuerdos entre las partes convenientes, caso contrario se realizan en el país de destino en donde se toman decisiones cuarentenarias como liberar, fumigar, incinerar o devolver el cargamento.
- El elevado uso de plaguicidas o fertilizantes ya sea de forma combinada con diferentes dosis y frecuencias a lo largo de un ciclo productivo. Aunque se utilizan de acuerdo a las necesidades o presencia de plagas y enfermedades, algunas veces se realizan programas de prevención mediante fumigaciones permanentes que se cumplen de forma rigurosa.

3.2. PAISES PRODUCTORES DE GYPSOPHILA

Aunque existen muchos países que producen esta planta para el mercado, a continuación se ofrece una descripción de algunos países con las características que permiten su cultivo.

3.2.1. Ecuador (Sudamérica):

Tal como menciona Castrillón Gallardo (2012), el cultivo de la planta *Gypsophila* en Sudamérica está concentrado en Ecuador debido a su ubicación respecto a la línea ecuatorial, con una altura promedio de 2600 m sobre el nivel del mar, donde la luz del día llega a durar 12 horas durante todo el año. El mismo autor incluye algunas características explicadas a continuación.

Condiciones climáticas.- En este país, las condiciones climáticas son muy favorables debido a la alta intensidad de luz, la baja nubosidad y la temperatura moderada (18 a 24 °C en el día y 9 a 12 °C en la noche) durante la mayoría del año, lo que permite la producción de esta planta en todo el año con una alta calidad y excelentes rendimientos.



Mercadotecnia.- En Ecuador, la *Gypsophila* es cultivada principalmente en campos abiertos y ocupa aproximadamente 350 hectáreas. Las grandes granjas tienen entre 2 a 30 hectáreas, mientras que los productores individuales tienen entre 5000 m² a 1 hectárea de cultivo.

Aproximadamente entre el 30% al 40% de la producción es comercializada con Estados Unidos y el resto con países distribuidos a nivel mundial (Ibíd).

Densidad de siembra.- Comúnmente la densidad de siembra es 3500 plantas por cada 1000 m².

Iluminación.- La mayoría de los campos de cultivo están iluminados por proyectores situados en postes de 6 m de altura y una distancia de separación de 7 m. Se recomienda utilizar lámparas halógenas de 1500 voltios que producen un espectro de luz similar a la de las bombillas incandescentes. Las bombillas de sodio de alta presión también pueden ser usadas, aunque son menos eficientes en el cultivo de la *Gypsophila*. Los pequeños productores usan bombillas incandescentes de 200 voltios. La iluminación normalmente es continua y dura entre 4 a 6 horas y se detiene cuando los tallos florales alcanzan una longitud de 30 a 40 cm.

Reguladores de crecimiento.- El regulador de crecimiento frecuente es la Giberelina y debe ser tratado con precaución. Por lo general, el campo es rociado dos veces durante el proceso de crecimiento, con una concentración de 200 a 300 ppm.

Camas.- Las camas son altas, entre 40 a 50 cm, para asegurar un buen drenaje del suelo.

Pinchamiento.- Las ramas de *Gypsophila* usualmente son pinchadas dos veces. La rama central es pinchada después de la siembra y luego las ramas secundarias son pinchadas para reducir el peso y ahorrar en costos de envío. También, se realiza el pinchamiento después de la poda.

Control de plagas.- Para esto se utilizan los métodos simples y así evitar la pulverización.

El minador de hojas es el principal problema en el cultivo de la *Gypsophila* en el Ecuador. Por lo general, esta plaga no es erradicada mediante pesticidas sino



que el follaje dañado es eliminado manualmente para evitar el rechazo de la flor cuando se exporta.

Los pesticidas biológicos también son usados como la avispa depredadora del genero *Diglophus* que se come las larvas del minador.

También se puede usar el control mecánico de plagas, por varios métodos:

- Mediante el esparcimiento de láminas pegajosas de plástico de color amarillo en el campo y el uso de fuelles para crear un flujo de aire entre las camas, por consecuencia las plagas se adhieren a la lámina de plástico.
- Con el uso de láminas de plástico bicolor, blanco en la parte superior y negro en la parte inferior. Este método tiene varias ventajas: evita daños cuando llueve, impide las malezas, evita la presencia de diferentes tipos de larvas en el terreno, e incrementa la temperatura del suelo.

Características adicionales del cultivo de *Gypsophila* en el Ecuador.

- En algunas granjas, las ramas podadas están sombreadas con un pedazo de franela de 20 cm de ancho para prevenir la sequedad pos-poda.
- Para minimizar la escisión en los tallos, los niveles de calcio y boro en los fertilizantes son aumentados, mientras que se mantiene las condiciones neutras de pH de 6,5 a 7.
- Los productores rocían la *Gypsophila* contra la *Botrytis*, especialmente en períodos de lluvia.

3.2.2. Holanda:

La Revista Horticultura (Interempresas, 2005) junto con Danziger "Dan" Flower Farm (1998), menciona algunos datos importantes sobre el cultivo de plantas ornamentales, en la que se incluye la *Gypsophila*.

Este cultivo comenzó a finales de los años 70 en el ámbito comercial. Holanda tiene aproximadamente 100 hectáreas de *Gypsophila*: 45 a 60 hectáreas pertenecen a invernaderos (la mitad de éstas están climatizadas) mientras que el resto de hectáreas son de campo abierto.



El tamaño de un campo es en promedio de una hectárea, pero hay granjas con unidades de cultivo más grandes. En su mayoría, estos campos abiertos son más pequeños que el promedio. En los últimos años, el total de áreas de cultivo ha sido reducido, principalmente debido al aumento significativo de importaciones de *Gypsophila* desde diferentes países.

Condiciones climáticas.- Alta humedad, días nublados, heladas y días cortos en invierno. El periodo de producción local es desde primavera hasta inicios de invierno (desde mediados de abril hasta noviembre). En los invernaderos es costumbre plantar desde febrero hasta mediados de julio, mientras que a campo abierto la siembra inicia desde finales de abril hasta finales de Junio. Sembrar más temprano a campo abierto podría ocasionar daños por heladas. Por lo general, la siembra se realiza con plantas desarrolladas de 9 cm transferidas desde un recipiente.

Métodos de cultivo.- Los métodos de cultivo son variados, algunos solo siembran *Gypsophila* por 2 o 3 años e inician la poda hacia la época de floración. Otros, combinan *Gypsophila* con otros tipos de planta tal como cebollas, y así desarraigan y siembran otra vez cada año.

Generalmente, el cultivo a campo abierto se realiza sin la implementación de iluminación. Algunos productores usan iluminación artificial cuando se cultiva en invernaderos, particularmente cuando se siembra y se poda temprano, entre enero y febrero, o tarde, a finales de Julio, para estimular la inducción floral y acelerar el crecimiento.

Hay 3 tipos de invernaderos:

1. Invernaderos estacionarios.
2. Invernaderos de estructura rodante.
3. Casas de plástico.

Un método único de cultivo es usado en los invernaderos de estructura rodante que son contruidos sobre rieles similares a las de un tren. Durante el año, los productores mueven los invernaderos para que se posicione en el siguiente cultivo, dependiendo de la etapa de crecimiento y de los requerimientos de la planta.



De esta forma, los productores de *Gypsophila* logran cultivar “tallos de calidad al aire libre” sin los efectos negativos como consecuencia de las inclemencias del clima.

Periodo de desarrollo y rendimiento.- En general, el periodo de desarrollo es de 10 a 13 semanas desde la siembra hasta la floración, y en promedio el rendimiento es de 25 ramas por planta.

A pesar de las restricciones de clima antes mencionadas, el clima usualmente es templado durante el periodo de desarrollo y por lo tanto se obtienen ramas y flores de alta calidad y largo tiempo de vida en florero.

En primavera y verano la calidad de las flores holandesas usualmente supera a la de las flores importadas desde países más cálidos.

3.3. GESTIÓN DE CALIDAD

La gestión de calidad de una empresa se basa en un producto terminado que contenga características de calidad, las mismas que como reconocimiento se hace acreedores a certificaciones que garantizan a la empresa un lugar de comercio con altos estándares.

3.3.1. Requisitos de calidad

Generalmente cuando se habla de la flor de *Gypsophila*, como requisito de calidad se piensa en una flor con gran cantidad de botones florales sumamente blancos; sin embargo, estos requisitos dependen del país importador. Según Guevara Guevara (2010), la mayoría de estos países coinciden en los siguientes parámetros:

- Apariencia
- Tamaño
- Madurez
- Frescura e hidratación
- Vida en florero

Apariencia.- Éste es el parámetro más observado para comercializar la flor, debido a que el consumidor final compra bajo este requisito. Es decir, a primera vista el cliente obtiene criterios de apreciación sobre la marchitez, el color y la presencia de defectos en la flor.



Tamaño.- El tamaño, definido como la longitud del tallo, se mide desde el ápice superior hasta el final del tallo de la flor. Por lo general, las flores son clasificadas en base al largo del tallo y empacadas con tallos de similar longitud, dependiendo del destino de exportación.

Madurez.- La madurez depende de la demanda del consumidor final; así, si la flor tiene que ser trasladado y su viaje es largo o corto, el punto de corte deberá ajustarse de tal manera que a su llegada a su destino se encuentre con una apertura floral correcta.

Frescura e hidratación.- Para obtener una buena medida de este parámetro, se debe registrar algunas actividades, tales como: tiempos de transporte desde el campo hasta las instalaciones de poscosecha; preparación y dosificación de soluciones para tratamiento de tallos; estado de humedad (preferiblemente seco) antes de empaque y control exhaustivo de calidad de los ramos formados, empaques para exportación y temperaturas de almacenamiento y transporte.

El control de calidad se puede apoyar en las auditorías de calidad junto con un registro de reclamos de clientes y devoluciones de producto terminado. En el Ecuador, la institución conocida como AGROCALIDAD realiza inspecciones y auditorías que garantizan la calidad de exportación.

Vida en florero.- Este parámetro se sujeta a los cuidados que tenga el consumidor final con la flor y se lo determina visualmente; sin embargo, con ciertas condiciones técnicas tal como luz, temperatura y humedad relativa se valoriza entre 12 a 14 días.

3.3.2. Certificaciones

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca mediante Acuerdo N° 390 con fecha 8 de mayo del 2008, aprobó el Programa de Certificación Fitosanitaria de Ornamentales de Exportación (PCFOE), en el que se establecen procedimientos a cumplir para la producción, exportación, importación y comercialización de productos de plantas de ornamentales, material de propagación y artículos reglamentados de especies de plantas ornamentales (AGROCALIDAD, 2008).

Dichos procedimientos están a cargo de AGROCALIDAD, quienes realizan un control fitosanitario a nivel nacional. El procedimiento contiene los siguientes pasos:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1. Verificación de estatus fitosanitario.
2. Registro en AGROCALIDAD como Operador de Exportación.
3. Inspección realizada por un auditor.
4. Solicitud de Certificado Sanitario de Exportación (CFE).

(Comunidad de Comercio Exterior, 2015).

Además de este certificado, existen otros de carácter privado tanto nacional como internacional, que colaboran con el desarrollo florícola. Dichos certificados son:

GlobalGAP

FlorEcuador Certified

Business Alliance for Secure Commerce (BASC)

GlobalGAP:



Figura 3.4: Certificado: GlobalGAP.

Fuente: <http://www.globalgap.org/es/>.

Este certificado comprende un conjunto de normas internacionales para el cumplimiento de buenas prácticas agrícolas, ganaderas y de acuicultura (GAP). Estos protocolos son gestionados por Food Plus GmbH que es una organización no lucrativa que establece los estándares de certificación para la obtención de productos del sector primario a nivel mundial (Lloyd's Register Group Limited, 2014).

Las normas de esta certificación son de libre acceso y se pueden conocer a través de la página web de GlobalGAP, de esta forma se garantiza al consumidor final un producto cuyo proceso de producción ha sido amigable con el medio



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ambiente y con responsabilidad en la salud y seguridad de los trabajadores, así como del buen manejo animal (Ibíd).

Dicho certificado lo pueden recibir todas las organizaciones, de cualquier tamaño y ubicación geográfica, que deseen afianzar un procedimiento sostenible y amigable con el medio ambiente (Ibíd).

FlorEcuador Certified:



Figura 3.5: Sello FlorEcuador Certified.

Fuente: EXPOFLORES.

Este certificado se propone en el 2005, para empresas de cultivo y/o exportación de flores a nivel nacional, que deseen certificar que sus productos son fabricados bajo requisitos sociales y ambientales como: conservación del recurso agua y sistemas de riego, conservación del recurso suelo y fertilización, uso seguro y eficaz de plaguicidas, derechos y bienestar laboral incluyendo la erradicación de trabajo adolescente e infantil, seguridad y salud en el trabajo, manejo de desechos y normativa nacional y local.

El certificado FlorEcuador Certified es concedido por la Asociación Nacional de Productores y Exportadores de Flores del Ecuador (ExpoFlores) y tiene un alcance nacional; sin embargo, dicha institución está realizando acciones para lograr un alcance internacional y asegurar que las flores exportadas tengan aceptación sin la necesidad de que el país importador realice pruebas de control fitosanitario (EXPOFLORES, 2015).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Business Alliance for Secure Commerce (BASC):



BUSINESS ALLIANCE FOR SECURE COMMERCE

Figura 3.15: Certificado: Business Alliance for Secure Commerce.

Fuente: <http://www.wbasco.org/espanol/normas.htm>.

Este certificado entregado por World BASC Organization, es un sistema integral de gestión y administración de la seguridad y control de actividades de una empresa, cuyo objetivo es proporcionar medidas de seguridad y de resguardo a las empresas para evitar actividades ilícitas contra ellas y así asegurar sus procesos productivos durante el empaque, embarque y transporte de la carga (COOPVIGSAN, 2015).

Esta certificación garantiza una buena credibilidad e imagen ante actuales y futuros o potenciales clientes. La certificación BASC se encarga de avalar que la carga no esté contaminada con ningún estupefaciente o sustancia ilegal en ningún momento hasta llegar a su destino (Ibíd).

La certificación BASC utiliza la norma 9001:2008 que establece protocolos para la Gestión de Sistemas de Calidad; dicha certificación puede ser adquirida por cualquier empresa a nivel mundial, independientemente del tamaño que tuviese y la naturaleza de sus actividades, obteniendo una aplicabilidad proporcional a las circunstancias y necesidades de la empresa (Ibíd).

3.4. PRINCIPALES MERCADOS DE MALIMA Cía. Ltda.

En referencia al mercado, Plantación Malima Cía. Ltda. está establecida en el mercado de Estados Unidos y Europeo, contando con una amplia experiencia de exportación.

En la Figura 3.7 se muestra el logotipo de la empresa con la que oferta su producto.



Figura 3.16: Logotipo de Plantaciones Malima.

Fuente: Departamento de Recursos Humanos.

Las marcas que utiliza la empresa dependen del lugar hacia donde se exporta, es decir, si el mercado de exportación es Estados Unidos se usa un estilo de color rojo y si es hacia el mercado Europeo se usa el estilo de color amarillo, azul y rojo. Dichas marcas se pueden observar en la Figura 3.8.



Figura 3.17: Marcas de exportación.

Fuente: Departamento de Ventas.

Durante el 2014, con las respectivas marcas y en la variedad: Million Stars y Xlence, la plantación tuvo una cantidad de exportación de: 560000 kg y 373500 kg, respectivamente.

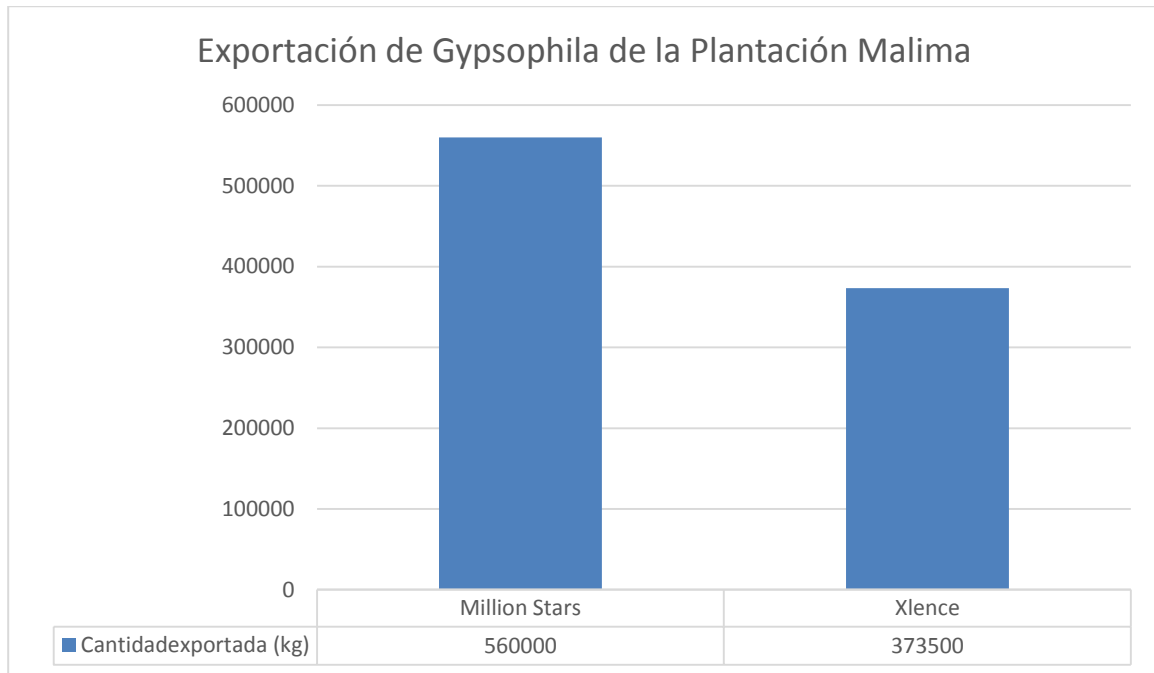


Figura 3.18: Cantidad exportada de Gypsophila.

Fuente: Departamento de Ventas. Datos 2014.

Elaborado por: El Autor.

Según datos obtenidos del Departamento de Ventas, durante el año 2014, la plantación exportó a los países mostrados en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Países de exportación de la Plantación Malima según Variedad.

Variedad	Países de exportación
Million Stars	Alemania, Brasil, Canadá, Colombia, España, Holanda, Inglaterra, Italia, Japón, Kazajstán, Portugal, Rusia, Suecia, Ucrania y Estados Unidos.
Xlence	Alemania, Brasil, Canadá, Colombia, España, Holanda, Inglaterra, Italia, Japón, Portugal, Rusia, Suecia, Ucrania y Estados Unidos.

Fuente: Departamento de Ventas. Datos 2014.

Elaborado por: El Autor.

Como se puede observar de la Tabla 3.3 los productos de las 2 variedades son enviados a los mismos países, a excepción de la variedad Xlence, cuyo producto no se envía a Kazajstán.



Dichos mercados de exportación tienen ciertos requerimientos para permitir la entrada de flores, exigencias que a continuación serán detalladas.

3.4.1. Estados Unidos

Toda exportación de plantas ornamentales, flores y follaje; debe ser realizada una vez que se obtiene el certificado fitosanitario, emitido por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación en Guatemala; después de que la carga se haya verificado según los requerimientos de Estados Unidos (Negocios en línea, 2006).

Este certificado permite que los oficiales de la aduana de Estados Unidos realicen las siguientes acciones:

- Identificar el tipo o producto de plantas.
- Identificar el lugar del país de origen en donde el producto ha sido tratado y que tratamiento ha recibido.
- Determinar si los requerimientos de entrada: datos de estación de cosecha y requisitos de aduana, han sido llenados.
- Confirmar que los productos cumplen con los requerimientos de certificación.
- Determinar una muestra para verificación directa (Ibíd).

Además del certificado, se debe obtener un permiso de entrada de plantas vegetales y sus productos, el mismo que es entregado por el Servicio de Salud Animal y Vegetal de los Estados Unidos (Ibíd).

Como requerimientos técnicos en la exportación de flores, plantas ornamentales y follaje constan los siguientes:

- Los materiales de embalaje deben ser nuevos y con buenas condiciones sanitarias, adecuados, homogéneos y resistentes a la manipulación y transporte.
- Debe constar el nombre de la empresa, fecha de embalaje, razón social del exportador, nombre del productor, origen del producto y lugar de embalaje.
- Los esquejes enraizados tienen entrada restringida (Ibíd).



3.4.2. Unión Europea

Los requisitos a cumplir para la exportación a este mercado son:

1. Deben ser clasificadas como Clase I, Clase II y Clase Extra, de acuerdo al grado de anuencia con criterios como: frescura, ausencia de parásitos y residuos de pesticidas, ausencia de defectos, entre otros.
2. El tamaño de las flores debe ser el establecido por la regulación europea. Las flores que están en una unidad de presentación como ramos, cajas o bouquets deben tener una longitud uniforme.
3. La unidad de presentación debe estar formado por grupos de 5, 10 o un múltiplo de 10 flores individuales a excepción de aquellas flores vendidas por separado. Además, cada presentación debe contener flores del mismo género, especie o variedad, e incluso paquetes con arreglos florales con distintas variedades, de una misma calidad y etapa de desarrollo.
4. El empaque debe proteger las flores y debe ser hecha con materiales nuevos, ya que estarán en contacto con la misma.

(CORPEI, 2009).

CAPITULO 4: ESTUDIO EXPERIMENTAL

4.1.METODOLOGÍA

El estudio es de carácter correlacional, ya que intenta responder a la pregunta: ¿Cuál es la concentración óptima de azúcar que permite mantener a la flor sus características de peso y tiempo de vida en florero?; es decir, trata de medir el grado de relación entre la concentración de azúcar en las soluciones de apertura y el peso obtenido después del proceso de apertura y el tiempo de vida en florero.

Para ello y una vez descrito el proceso de apertura junto con sus controles y para cumplimiento de los objetivos planteados, la metodología a seguir es la siguiente:

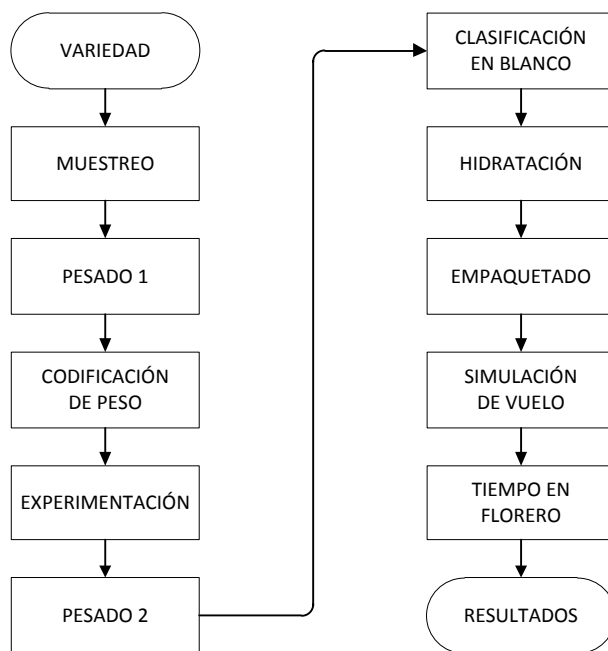


Figura 4.19: Metodología de trabajo.
Elaborado por: El Autor.

Con la respectiva variedad, se procederá a realizar el muestreo mediante la fórmula de una distribución normal estándar, cuyas especificaciones se observarán en el siguiente punto.

El primer pesado se lo realizó en las instalaciones de la sala en verde (ver Anexo 1).



La codificación por grupos (ver Anexo 2) se efectuó de la siguiente forma:

Tabla 4.1. Diseño de codificación.

VARIEDAD	CÓDIGOS		
	MG1	MG2	MG3
MILLION STARS	MG4	MG5	MG6
	MG7	MG8	MG9
XLENCE	XG1	XG2	XG3
	XG4	XG5	XG6
	XG7	XG8	XG9

Elaborado por: El Autor.

En donde:

Gn: Grupo con una determinada concentración de azúcar.

La experimentación (ver Anexo 3) se lleva a cabo según la Tabla 4.2, en tachos que contienen 4 litros de solución.

Tabla 4.2. Diseño experimental.

VARIEDAD	CONCENTRACIONES (g/L)								
	40	45	50	55	60	65	70	75	80
MILLION STARS	X	X	X	X	X	X	X	X	X
XLENCE	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Elaborado por: El Autor.

Después de los días necesarios para que la flor obtenga su grado de apertura, se realizó el segundo pesado (ver Anexo 4).

La clasificación en blanco (ver Anexo 5) consiste en quitar las hojas, tallos laterales o quebrados de la flor, para evitar la reproducción de plagas o enfermedades.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En ésta, se escogieron a 3 clasificadoras a las cuales se les daba un experimento durante 3 ocasiones, es decir:

Tabla 4.3. Distribución de experimentos para clasificación en blanco.

VIAJE	CLASIFICADORA		
	1	2	3
1	EXPERIMENTO 1	EXPERIMENTO 2	EXPERIMENTO 3
2	EXPERIMENTO 4	EXPERIMENTO 5	EXPERIMENTO 6
3	EXPERIMENTO 7	EXPERIMENTO 8	EXPERIMENTO 9

Elaborado por: El Autor.

Después de la clasificación se obtiene un peso según la variedad, con un determinado número de tallos para formar los bonches.

Una vez formado los bonches se los deja en hidratación (ver Anexo 6) durante 2 días con solución desinfectante para evitar la proliferación de bacterias que puedan dañar la flor.

El empaquetado (ver Anexo 7) se realiza con cartones cuyo logotipo pertenece a la empresa ubicando 5 y 4 experimentos en cada cartón respectivamente.

La simulación de vuelo (ver Anexo 8) se realizará en el cuarto de frío, en la que se dejará a la flor por un periodo de 5 días a una temperatura de 2 °C.

Para medir el tiempo de vida en florero (ver Anexo 9) se ubica a la flor en un cuarto con focos luminiscentes de 130 Ft cd o 1300 Lux, aproximadamente.

En este cuarto se realizarán observaciones periódicas de flores secas hasta el marchitamiento de la misma.

4.2. MUESTREO

El muestreo es una herramienta de la investigación científica cuyo propósito es determinar un subgrupo de la población o universo para recolectar los datos y que sea representativa de dicha población o universo (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).



Para obtener una muestra representativa y útil, ésta debe reflejar las características de la población, es decir, las similitudes y diferencias que hay en la población deben estar presentes en la muestra (Larios Rodríguez & Figueroa Preciado, 2013).

Los errores más comunes a cometer son:

1. Elaborar conclusiones muy generales en base a una observación parcial de la población o universo, esto se denomina error de muestreo.
2. Llevar las conclusiones a un ámbito más grande de la que originalmente se tomó la muestra, esto se denomina error de inferencia (Ibíd).

4.3.1. Tipos de muestreo

Los tipos de muestreo que existen son:

- Muestreo probabilístico.
- Muestreo no probabilístico.

a) Muestreo probabilístico

Es un subgrupo de la población en la que los elementos de ésta, tienen la misma probabilidad de ser elegidos. Este tipo de muestreo asegura la representatividad de la población y se obtienen por medio de una selección aleatoria (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

Dentro del muestreo probabilístico encontramos del tipo: simple, sistemático, estratificados y por conglomerados.

Muestreo simple.- En este muestreo los elementos de la población tienen asignado un número y mediante un procedimiento mecánico (bolas en una bolsa, tablas de números aleatorios, números aleatorios generados en una calculadora u ordenador, etc) se eligen los elementos que formarán parte de la muestra (Larios Rodríguez & Figueroa Preciado, 2013).

Muestreo sistemático.- Al igual que el muestreo anterior, los elementos de la población deben estar numerados pero con intervalos $k=N/n$, en donde N es el tamaño de la población y n es el tamaño de la muestra. Los elementos que formarán la muestra son todos los números que coincidan con el número aleatorio elegido al azar entre 1 y k (Ibíd).



Muestreo estratificado.- Este muestreo consiste en dividir a la población en grupos, segmentos o estratos y obtener muestras dentro de cada uno de ellos. La característica para formar los estratos pueden ser: profesión, estado civil, sexo, edad, etc. La dificultad puede ser la exigencia del conocimiento a detalle de la población (Ibíd).

La obtención de la muestra en cada estrato se llama afijación y puede ser:

Simple: Si cada estrato contiene igual número de elementos muestrales.

Proporcional: De acuerdo al peso o tamaño de la población de cada estrato.

Óptima: Se toma en cuenta una previsible dispersión de resultados, es decir, en base a una proporción y desviación típica. Normalmente no se aplica debido a que no se suele conocer la desviación típica (Ibíd).

Muestreo por conglomerados.- En este muestreo, la selección no se realiza con elementos sino con grupos de elementos a lo que se llama conglomerado. El muestreo por conglomerados, también llamado por racimos, se aplica cuando hay limitaciones por recursos financieros, tiempo, distancias geográficas, entre otras.

La obtención de la muestra consiste en seleccionar aleatoriamente un determinado número de conglomerados hasta alcanzar el tamaño de la muestra (Ibíd).

b) Muestreo no probabilístico

También se lo conoce como muestreo dirigido y tiene la desventaja de que no sirve para realizar inferencias en la población, ya que no tiene representatividad; sin embargo, se utiliza en estudios exploratorios o aquellos con enfoque cualitativo (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010). Este tipo de muestreo no se detallará debido a que no se aplica en el presente estudio.

4.3.2. Ventajas del muestreo

Aunque el muestreo se lo realiza en función del objetivo planteado por parte del investigador, las ventajas de un plan de muestreo son:

- Mejora la efectividad en el seguimiento de un estudio a realizar en el producto terminado, ya que al examinar un pequeño número de elementos



de la población o universo, se disminuye la probabilidad de errores por fatiga, comparado con el hecho de examinar el total de elementos.

- Rapidez de recolección de información y en el análisis de los mismos comparado con la recolección y análisis de la población o universo.
- En algunas industrias se utilizan técnicas destructivas para la obtención de datos; por lo tanto, se reduce el número de elementos que sometidos a dichas técnicas.
- El costo es menor, ya que se requiere una menor cantidad de unidades experimentales; además, de la reducción de tiempo y otros recursos (Ayora Vásquez, 2004).

4.3.3. Desventajas de un estudio por censo

El estudio por censo o estudio a la población, presenta algunas desventajas que son:

- Elevados costos, ya que se necesita mayor personal para la manipulación del objeto de estudio. En caso de haber pruebas destructivas, se destruiría toda una producción.
- Reducción de la obtención de datos de ciertas características, debido al prolongado tiempo en determinarlas.
- La fatiga debido a la monotonía de operaciones repetitivas durante el estudio, ocasiona que se aprecien datos de forma incorrecta, aceptando o rechazando ciertas características, por lo que como consecuencia se obtienen errores de data (Ayora Vásquez, 2004).

4.3.4. Distribución Normal estándar

La distribución normal estándar o también conocida como distribución normal tipificada proviene de la distribución normal con parámetros de: una media $\mu = 0$ y una desviación estándar $\sigma = 1$, donde su variable tipificada es z . Tiene una gran importancia en la aplicación estadística (Hines, Montgomery, Goldsman, & Borror, 2005).



La función de densidad de la distribución normal estándar es:

$$f(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{Z^2}{2}}$$

El aspecto de esta distribución es el de una curva simétrica con forma de campana, tal como se puede observar en la Figura 4.2.

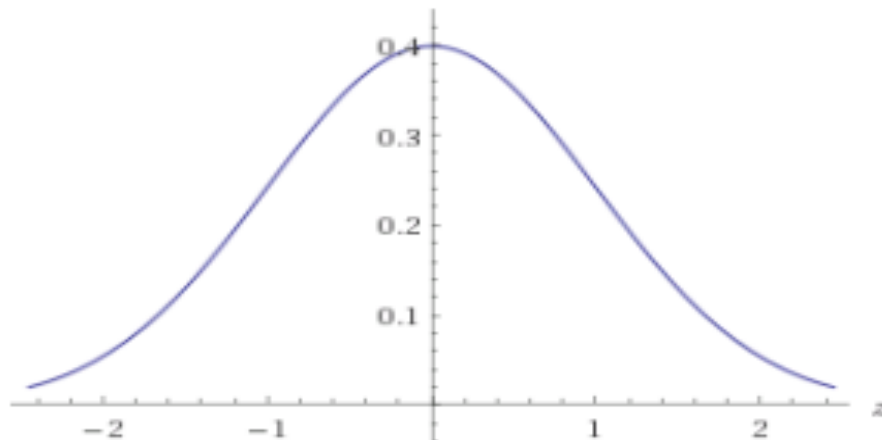


Figura 4.20: Función de densidad de una distribución normal estándar.
Fuente: <http://www.wolframalpha.com/>

Determinar el área bajo esta curva significa calcular la probabilidad de que una variable normal se encuentre entre 0 y z , lo que equivale al cálculo de la integral de la función de densidad, la misma que no se puede determinar ya que no existe una función primitiva (Ibíd). Por esta razón, hay tablas con los valores acumulados de probabilidad para diversos valores estandarizados de z (ver anexo 6).

4.3.5. Tamaño de la muestra

El muestreo aplicado en este trabajo de tesis es el probabilístico por conglomerado, debido a que se deben tomar datos de pesos de las unidades experimentales, por lo que con este método se ahorra tiempo y se evita errores de data por fatiga.

Para el cálculo de la muestra se procede mediante la fórmula de una distribución normal estándar.

$$n = \frac{NZ^2pq}{e^2(N-1) + Z^2pq}$$



Donde:

n : Tamaño de muestra

N : Tamaño de la población

Z : Valor obtenido con un nivel de confianza

p : Probabilidad de éxito

q : Probabilidad de fracaso ($1 - p$)

e : Error admisible

El nivel de confianza será del 90 %, con lo que de la tabla respectiva se obtiene un valor de $Z = 1,645$. Para maximizar el tamaño de muestreo se escoge el valor de $p = q = 0,5$. Por último, el error admisible $e = 0,1$. Reemplazando estos datos se tiene:

$$n = \frac{N * 1,645^2 * 0,5 * 0,5}{0,1^2(N - 1) + 1,645^2 * 0,5 * 0,5}$$
$$n = \frac{0,6765 * N}{0,01 * N + 0,6665}$$

El tamaño de la población es la cantidad de mallas de flor producidos en un día laboral. Fácilmente se puede observar, que es necesario contar las mallas para luego calcular el tamaño de muestra y trabajar con esa cantidad en ese día, lo cual involucra 2 días de trabajo y un maltrato a la flor. Es por esto, que su valor se obtiene de la proyección de producción detallada a continuación:

Tabla 4.2. Valores de N .

	MILLION STARS	XLENCE
N (mallas)	3666	2750

Fuente: Departamento de Producción.

Elaborado por: El Autor.

Cabe mencionar que cada malla de la variedad Million tiene 30 tallos, mientras que la variedad Xlence tiene 20 tallos.



Reemplazando estos valores se obtiene $n \approx 67$, tanto para la variedad Million como para la Xlence. Sin embargo, al realizar los cálculos para una población infinita mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pq}{e^2}$$

Se obtiene que $n \approx 68$, notándose que no existe diferencia apreciable con los cálculos anteriores pero de mejor aplicación, ya que la producción está cambiando día a día y no se conoce su cantidad exacta.

No obstante, esta cantidad no es divisible para 9, que es el número de experimentos a realizar; por lo que con 8 mallas para cada experimento se tiene:

$$n = 72$$

Siendo éste el valor del tamaño de muestra para la experimentación, a la que se realizarán 2 repeticiones pasando un día para asegurar la validez de los datos obtenidos.

Cabe mencionar que si se realizan los cálculos con los valores reales de producción obtenidos después, sus resultados no se ven afectados, tal como se muestra en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Comparación de los valores de n.

		Experimentación	1 ^{ra} Repetición	2 ^{da} Repetición
MILLION STARS	N	3618	2163	3419
	n	67	66	67
XLENCE	N	3690	2329	2768
	n	67	66	67

Elaborado por: El Autor.

El valor del tamaño de la muestra, luego de la clasificación en blanco se redujo a 2 mallas por experimento para el empaquetado y simulacro de vuelo, y 10 tallos por malla para el tiempo de vida en florero debido a que es el procedimiento a seguir en Holanda, uno de los mercados de la empresa.



4.3. RECOLECCIÓN DE DATOS

De acuerdo a la metodología de trabajo, la recolección de datos se realizó en los siguientes puntos:

- Pesado inicial
- Pesado final
- Tiempo de vida en florero

A continuación se ofrecen las tablas con los datos respectivos.

4.3.1. Pesado inicial

Las siguientes tablas ofrecen los datos del pesado inicial para cada variedad, en donde las lecturas de los datos son de forma vertical, ya que a través de la codificación MG (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) se observa la concentración de 40 hasta 80 g/L en un intervalo de 5 g/L, y hacia abajo están los datos de las 8 unidades experimentales para cada concentración.

Variedad:		Fecha:		Color de liga:		Temperatura:		Bloque:
Million Stars		24/11/2014		Verde		22,8 °C		Monjas Huayco 2-83
Peso (g)								
<i>MG1</i>	<i>MG2</i>	<i>MG3</i>	<i>MG4</i>	<i>MG5</i>	<i>MG6</i>	<i>MG7</i>	<i>MG8</i>	<i>MG9</i>
752	782	632	746	626	696	692	626	744
878	610	670	678	640	588	640	578	604
680	658	720	636	674	700	702	718	690
822	590	668	586	730	546	716	784	652
580	748	728	650	860	808	816	790	608
634	772	556	698	616	806	630	664	606
680	792	650	576	642	718	664	756	752
658	636	636	780	762	696	722	622	734



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Variedad:		Fecha:		Color de liga:		Temperatura:		Bloque:
Million Stars (Primera repetición)		26/11/2014		Verde		22 °C		Monjas Huayco 2-83
Peso (g)								
MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6	MG7	MG8	MG9
646	600	728	632	728	704	644	722	688
732	682	712	766	758	552	628	640	640
716	656	592	618	604	624	636	602	692
646	668	692	648	600	680	692	562	580
684	778	650	584	658	588	672	650	644
584	666	678	764	692	634	660	686	638
740	688	830	656	612	678	622	640	650
646	736	618	600	708	718	546	600	774



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Variedad:		Fecha:		Color de liga:		Temperatura:		Bloque:
Million Stars (Segunda repetición)		28/11/2014		Verde		24,3 °C		Monjas Huayco 2-83
Peso (g)								
MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6	MG7	MG8	MG9
514	668	656	724	606	574	564	572	554
610	596	678	566	512	570	514	624	656
654	676	798	608	660	628	646	680	608
600	792	572	658	646	708	612	598	552
588	660	746	740	664	680	552	650	578
600	602	688	768	606	540	670	630	664
664	692	514	564	650	712	774	704	624
792	696	688	644	638	696	684	598	658



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Variedad:		Fecha:		Color de liga:		Temperatura:		Bloque:
Xlence		24/11/2014		Amarillo		22,8 °C		Monjas Huayco 2-14
Peso (g)								
MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6	MG7	MG8	MG9
718	808	960	824	782	716	854	816	838
872	824	836	830	888	818	698	912	798
726	784	794	900	790	770	740	950	882
736	890	836	870	918	804	892	762	762
784	884	668	788	852	774	704	790	934
726	840	790	824	802	866	810	760	918
776	708	688	724	898	738	790	876	622
790	762	700	772	730	728	824	796	772



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Variedad:		Fecha:		Color de liga:		Temperatura:		Bloque:	
Xlence (Primera repetición)		26/11/2014		Amarillo		22 °C		Monjas Huayco 2-14	
Peso (g)									
MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6	MG7	MG8	MG9	
800	710	756	814	714	672	778	696	764	
702	792	846	912	904	762	854	836	732	
718	710	710	728	722	774	724	732	746	
740	782	828	746	718	766	886	836	816	
656	714	882	740	768	722	776	804	736	
746	812	740	794	892	724	764	704	896	
792	704	646	720	810	684	758	712	734	
756	812	724	760	818	758	826	808	656	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Variedad:		Fecha:		Color de liga:		Temperatura:		Bloque:	
Xlence (Segunda repetición)		28/11/2014		Amarillo		24,3 °C		Monjas Huayco 2-14	
Peso (g)									
MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6	MG7	MG8	MG9	
898	604	836	716	752	732	754	682	676	
824	762	766	850	716	824	754	792	738	
732	756	778	732	712	766	730	754	824	
718	738	782	782	880	796	712	750	806	
816	612	830	744	752	862	804	728	726	
828	620	648	718	664	794	764	718	798	
866	750	808	868	808	804	752	738	810	
714	806	848	724	682	814	656	724	680	



4.3.2. Pesado final

En las tablas siguientes se ofrecen los datos del pesado final para cada variedad junto con las 2 repeticiones realizadas. Las lecturas son de forma vertical ya que para cada codificación de concentración se observan los 8 valores de las unidades experimentales.

Variedad: Million Stars		Fecha: 04/12/2014			Color de liga: Verde		Bloque: Monjas Huayco 2-83	
Peso (g)								
MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6	MG7	MG8	MG9
1072	1162	960	1152	974	1148	1114	996	1184
1240	920	1036	1098	1038	960	1054	950	992
974	964	1076	994	1084	1104	1112	1110	1148
1124	920	1024	950	1098	890	1072	1176	1058
988	1118	1114	998	1298	1286	1236	1254	958
1022	1132	880	1122	1008	1286	952	1016	968
898	1192	1026	924	1024	1152	1074	1186	1194
864	968	996	1246	1192	1098	1154	954	1140



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Variedad: Million Stars (Primera repetición)		Fecha: 06/12/2014			Color de liga: Verde		Bloque: Monjas Huayco 2-83	
Peso (g)								
<i>MG1</i>	<i>MG2</i>	<i>MG3</i>	<i>MG4</i>	<i>MG5</i>	<i>MG6</i>	<i>MG7</i>	<i>MG8</i>	<i>MG9</i>
930	892	1044	966	1128	1042	964	1094	1074
1044	1000	1056	1148	1186	868	1016	1018	986
1014	978	904	924	946	932	946	852	1000
944	958	1028	940	942	1038	1110	856	884
966	1102	962	860	1050	890	1026	1000	994
850	972	1002	1138	1078	974	990	1054	992
1044	992	1196	974	968	1012	938	980	1018
918	1076	918	906	1116	1086	848	914	1192



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Variedad: Million Stars (Segunda repetición)		Fecha: 08/12/2014			Color de liga: Verde		Bloque: Monjas Huayco 2-83	
Peso (g)								
MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6	MG7	MG8	MG9
778	986	1016	1150	1018	910	946	930	870
888	914	1048	910	860	918	864	980	1024
962	1014	1218	988	1088	1044	1036	1080	938
924	1190	900	1046	1098	1122	976	918	862
876	994	1156	1144	1132	1084	934	1032	914
876	898	1016	1158	1046	868	1090	964	1038
972	1066	798	910	1110	1132	1220	1126	938
1132	1038	1066	1026	1100	1090	1062	942	956



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Variedad: Xlence		Fecha: 29/11/2014			Color de liga: Amarillo		Bloque: Monjas Huayco 2-14	
Peso (g)								
MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6	MG7	MG8	MG9
1004	1084	1252	1136	1080	982	988	1170	1224
1176	1030	1204	1174	1230	1132	964	1252	1170
1024	1048	1126	1166	1022	908	1098	1246	1278
1002	1168	1166	1122	1216	1092	1200	1096	1080
1054	1110	970	1056	1170	1054	986	1146	1342
988	1088	1084	1094	1184	1186	1160	1090	1256
1062	1046	904	978	1190	1026	1056	1048	886
1072	970	972	1052	1066	1000	1116	1098	1076



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Variedad: Xlence (Primera repetición)			Fecha: 01/12/2014		Color de liga: Amarillo		Bloque: Monjas Huayco 2-14	
Peso (g)								
<i>MG1</i>	<i>MG2</i>	<i>MG3</i>	<i>MG4</i>	<i>MG5</i>	<i>MG6</i>	<i>MG7</i>	<i>MG8</i>	<i>MG9</i>
990	880	1000	1020	1066	980	1120	996	1046
916	1036	1054	1110	1340	1116	1160	1176	988
864	908	940	1008	1050	1108	1008	1034	1060
1026	1016	1026	996	1060	1112	1224	1142	1092
886	920	1110	1054	1090	1074	1096	1074	1080
968	1060	920	1122	1258	1032	1082	892	1328
1036	910	840	978	1182	992	1092	1016	1056
968	1046	886	1036	1172	1088	1130	1156	982



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Variedad: Xlence (Segunda repetición)		Fecha: 03/12/2014			Color de liga: Amarillo		Bloque: Monjas Huayco 2-14	
Peso (g)								
<i>MG1</i>	<i>MG2</i>	<i>MG3</i>	<i>MG4</i>	<i>MG5</i>	<i>MG6</i>	<i>MG7</i>	<i>MG8</i>	<i>MG9</i>
1022	860	1146	1052	1074	1016	1054	1036	1000
1032	1076	1082	1238	1052	1148	1014	1198	1120
1132	1078	1090	1072	1036	1030	1098	1072	1242
1240	1070	1050	1064	1296	1082	1060	1088	1178
1008	890	1120	1012	1112	1200	1212	1084	1096
1202	882	930	1028	990	1110	1120	1098	1216
1162	1038	1182	1178	1210	1164	1132	1108	1196
1142	1078	1132	1020	1006	1028	984	1086	998

4.3.3. Tiempo de vida en florero

En las siguientes tablas se ofrecen los datos del tiempo de vida en florero para cada variedad en cada concentración codificada; además de las 2 repeticiones realizadas.

Variedad: Million Stars		Color de liga: Verde		Bloque: Monjas Huayco 2-83	
Código	Tiempo (días)	Código	Tiempo (días)	Código	Tiempo (días)
MG1	16,8	MG4	16,8	MG7	17,6
MG2	16	MG5	16,8	MG8	17,6
MG3	16,8	MG6	17,6	MG9	17,6

Variedad: Million Stars (Primera repetición)		Color de liga: Verde		Bloque: Monjas Huayco 2-83	
Código	Tiempo (días)	Código	Tiempo (días)	Código	Tiempo (días)
MG1	16,8	MG4	16	MG7	14,4
MG2	16,8	MG5	14,4	MG8	14,4
MG3	16	MG6	15,2	MG9	14,4

Variedad: Million Stars (Segunda repetición)		Color de liga: Verde		Bloque: Monjas Huayco 2-83	
Código	Tiempo (días)	Código	Tiempo (días)	Código	Tiempo (días)
MG1	17,6	MG4	15,2	MG7	16
MG2	17,6	MG5	16,8	MG8	16
MG3	14,4	MG6	16,8	MG9	16,8



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Variedad: Xlence		Color de liga: Amarillo		Bloque: Monjas Huayco 2-14	
Código	Tiempo (días)	Código	Tiempo (días)	Código	Tiempo (días)
XG1	13,6	XG4	13,6	XG7	13,6
XG2	12,8	XG5	13,6	XG8	14
XG3	13,6	XG6	14,4	XG9	14

Variedad: Xlence (Primera repetición)		Color de liga: Amarillo		Bloque: Monjas Huayco 2-14	
Código	Tiempo (días)	Código	Tiempo (días)	Código	Tiempo (días)
XG1	12,8	XG4	13,6	XG7	14,8
XG2	13,6	XG5	14	XG8	14,4
XG3	13,6	XG6	14,4	XG9	14,4

Variedad: Xlence (Segunda repetición)		Color de liga: Amarillo		Bloque: Monjas Huayco 2-14	
Código	Tiempo (días)	Código	Tiempo (días)	Código	Tiempo (días)
XG1	13,6	XG4	14,4	XG7	14,8
XG2	14	XG5	14,4	XG8	14,8
XG3	14	XG6	14,8	XG9	14,8



CAPITULO 5: ANÁLISIS ESTADÍSTICO

5.1. PRINCIPALES ESTADÍSTICOS

Los principales estadísticos utilizados son los de tendencia central como la media aritmética y los de dispersión como la desviación típica y la varianza.

Media aritmética.- Esta medida de posición proporciona información sobre donde está el centro del conjunto de datos. Si se tiene un conjunto de observaciones o mediciones de un fenómeno $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ entonces, la media aritmética, también conocida como promedio, es la suma de todos los valores obtenidos dividido para el número de mediciones (Devore, 2008).

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Además de esta medida de tendencia central, hay otros estadísticos que no se explicarán debido a que no surge aplicabilidad en este trabajo de tesis.

Desviación típica.- Las medidas de dispersión brinda información sobre la variabilidad que pueden tener los datos respecto a una medida de tendencia central. Por lo general, la medida de dispersión más usada es la desviación estándar o típica y se define como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones o diferencias respecto a la media aritmética, dividido para el tamaño de la muestra menos uno.

$$S = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

El valor de $n-1$ se denomina grados de libertad asociado con la varianza. La varianza es definida como el cuadrado de la desviación típica.

$$S^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

De la misma forma, se conocen varios estadísticos de dispersión que no se explicarán debido a que no surge aplicabilidad en este trabajo de tesis.



5.2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA

El análisis de la varianza, o de forma resumida, ANOVA, es el análisis de datos obtenidos de experimentos en las que se realizó más de dos tratamientos. La característica que diferencia dicho tratamiento se denomina factor y los distintos tratamientos se conocen como niveles del factor. En el caso de analizar un solo factor el análisis se conoce como ANOVA unifactorial o de clasificación unidireccional (Devore, 2008).

En un experimento cualquiera, sea:

a: número de tratamientos que se están comparando.

$\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \dots, \bar{Y}_a$: respuesta promedio cuando se aplica el tratamiento 1, 2, ..., a; respectivamente.

Las hipótesis apropiadas son:

Hipótesis nula $H_0: \bar{Y}_1 = \bar{Y}_2 = \dots = \bar{Y}_a$

Hipótesis alternativa H_a : por lo menos dos de las \bar{Y}_i son diferentes.

Para realizar esta prueba con estas hipótesis se requiere que la muestra sea aleatoria en cada tratamiento (Ibíd).

Los datos necesarios se pueden observar en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Datos necesarios para ANOVA unidireccional.

Tratamiento	Observación				Respuesta Media muestral	Desviación estándar muestral
1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1j}	\bar{Y}_1	S_1
2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2j}	\bar{Y}_2	S_2
...
A	y_{a1}	y_{a2}	...	y_{aj}	\bar{Y}_a	S_a
			Gran media		\bar{Y}_M	

Fuente: William W. Hines.



PRUEBA F DE Fischer

Según Devore (2008), si la hipótesis nula es verdadera, las j observaciones en cada muestra resultan de una distribución normal con el mismo valor medio μ , entonces las respuestas medias muestrales $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \dots, \bar{Y}_a$ son muy parecidas. El procedimiento de esta prueba consiste en comparar la medida de variación entre muestras con la medida de variación desde dentro de cada muestra.

Cuadrado de la media de tratamientos (Variación entre muestras):

$$CMT_r = \frac{j}{a-1} [(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_M)^2 + (\bar{Y}_2 - \bar{Y}_M)^2 + \dots + (\bar{Y}_a - \bar{Y}_M)^2] = \frac{j}{a-1} \sum_{i=1}^a (\bar{Y}_i - \bar{Y}_M)^2$$

Cuadrado de la media de error (Variación intra muestras):

$$CME = \frac{S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_a^2}{a}$$

Por lo que, el estadístico de prueba F:

$$F = \frac{CMT_r}{CME}$$

El análisis de varianza, que es una medida de variabilidad total de los datos, puede ser obtenido mediante suma corregida total de los cuadrados, es decir:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (y_{i,j} - \bar{Y}_M)^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J [(y_{i,j} - \bar{Y}_i) + (\bar{Y}_i - \bar{Y}_M)]^2$$

Que mediante expansión y simplificación se obtiene la igualdad:

$$SC_T = SC_{Tr} + SC_E$$

Donde:

Suma total de los cuadrados:

$$SC_T = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J y_{i,j}^2 - \frac{\bar{Y}_M^2}{n}$$



Suma de cuadrados debido a los tratamientos:

$$SC_{Tr} = \frac{1}{J} \sum_{i=1}^I \bar{Y}_i^2 - \frac{\bar{Y}_M^2}{n}$$

Suma de cuadrados debido al error:

$$SC_E = SC_T - SC_{Tr}$$

Una vez que SC_{Tr} y SC_E han sido calculados, se divide para el número de grados de libertad de cada uno y se obtiene el cuadrado de la media, respectivamente.

$$CMT_r = \frac{SC_{Tr}}{a - 1}$$

$$CME = \frac{SC_E}{a(j - 1)}$$

De esta forma se evalúa el estadístico F, como proporción de los cuadrados de la media respectiva. Normalmente, los cálculos se presentan en un formato tabular, llamado tabla ANOVA.

Tabla 5.2. Tabla ANOVA.

Fuente de la variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	F _{tab}
Tratamientos	SC _{Tr}	a-1	CMT _r	CMT _r /CME	F _{α, a-1, n-a}
Error	SC _E	n-a	CME		
Total	SC _T	n-1			

Fuente: Devore, Jay L.

El valor de F_{tab} se obtiene de una tabla de distribución F con grados de libertad v₁ asociado al numerador y v₂ asociado al denominador, con α como nivel de significancia (ver Anexo 7). El criterio de aceptación de la hipótesis nula es:

$$F \leq F_{\alpha, a-1, n-a}$$



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En los siguientes puntos, el análisis realizado consiste en obtener los parámetros distintos debido al comportamiento que sugieren cada variedad, es decir, para la variedad Million Stars se calculó el porcentaje de ganancia de peso y para la variedad Xlence solo la ganancia de peso.

Todo esto se puede observar de forma resumida en las tablas con los datos del parámetro respectivo para cada variedad junto con las 2 repeticiones realizadas.

Lectura de las tablas.- Los análisis ANOVA presentados en las siguientes páginas, tanto para la variedad Million Stars como para la Xlence, necesitan de una *“Tabla de datos iniciales”* cuya lectura es de forma horizontal, es decir, ubicándose en la columna de concentración que tiene valores entre 40 a 80 g/L con intervalos de 5 g/L y desplazándose a la derecha, se observan los 8 valores correspondientes a porcentajes de ganancia de peso (Million Stars) o ganancia de peso (Xlence) de las 8 unidades experimentales para cada concentración (calculados a partir de los datos obtenidos en el pesado inicial y el pesado final), luego el promedio y la desviación estándar de los 8 valores mencionados. En la última fila se presenta el valor promedio total de los datos, observable en la casilla denominada: Gran media.

Para comprobar la variabilidad de los datos, utilizando los promedios y desviaciones estándar determinados en la Tabla de datos iniciales, se presentan las *“Tablas ANOVA”* con los resultados del análisis de varianza para cada variedad y sus dos repeticiones.

5.2.1. ANOVA para la variedad: Million Stars

Hipótesis nula $H_0: \bar{Y}_1 = \bar{Y}_2 = \dots = \bar{Y}_a$

Hipótesis alternativa H_a : por lo menos dos de las \bar{Y}_i son diferentes.

Tabla de datos iniciales

Concentración (g/L)	Porcentaje de Ganancia de Peso (%)								Promedio (%)	Desviación (%)
40	42,55	41,23	43,24	36,74	70,34	61,20	32,06	31,31	44,83	13,89
45	48,59	50,82	46,50	55,93	49,47	46,63	50,51	52,20	50,08	3,09
50	51,90	54,63	49,44	53,29	53,02	58,27	57,85	56,60	54,38	3,06
55	54,42	61,95	56,29	62,12	53,54	60,74	60,42	59,74	58,65	3,40
60	55,59	62,19	60,83	50,41	50,93	63,64	59,50	56,43	57,44	4,97
65	64,94	63,27	57,71	63,00	59,16	59,55	60,45	57,76	60,73	2,70
70	60,98	64,69	58,40	49,72	51,47	51,11	61,75	59,83	57,24	5,67
75	59,11	64,36	54,60	50,00	58,73	53,01	56,88	53,38	56,26	4,49
80	59,14	64,24	66,38	62,27	57,57	59,74	58,78	55,31	60,43	3,64
							Gran media		55,56	



Tabla ANOVA

Fuente de la variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	$F_{0,05;8;63}$
Concentración	1706,48	8	213,31	5,98	2,096
Error	2247,84	63	35,68		
Total	3954,32	71			

Los valores de F con un error $\alpha=0,05$; grado de libertad del numerador $v_1=8$ y grado de libertad del denominador $v_2=63$, se obtuvieron del anexo 7.

Debido a que $F=5,98$ es mayor que $F_{0,05;8;63}=2,096$ se concluye en rechazar la hipótesis nula, es decir, existe diferencia entre las variables de estudio.



5.2.2. ANOVA para la variedad: Million Stars (Primera repetición)

Hipótesis nula $H_0: \bar{Y}_1 = \bar{Y}_2 = \dots = \bar{Y}_a$

Hipótesis alternativa H_a : por lo menos dos de las \bar{Y}_i son diferentes.

Tabla de datos iniciales

Concentración (g/L)	Porcentaje de Ganancia de Peso (%)								Promedio (%)	Desviación (%)
40	43,96	42,62	41,62	46,13	41,23	45,55	41,08	42,11	43,04	1,96
45	48,67	46,63	49,09	43,41	41,65	45,95	44,19	46,20	45,72	2,55
50	43,41	48,31	52,70	48,55	48,00	47,79	44,10	48,54	47,68	2,89
55	52,85	49,87	49,51	45,06	47,26	48,95	48,48	51,00	49,12	2,35
60	54,95	56,46	56,62	57,00	59,57	55,78	58,17	57,63	57,02	1,44
65	48,01	57,25	49,36	52,65	51,36	53,63	49,26	51,25	51,60	2,94
70	49,69	61,78	48,74	60,40	52,68	50,00	50,80	55,31	53,68	5,02
75	51,52	59,06	41,53	52,31	53,85	53,64	53,13	52,33	52,17	4,89
80	56,10	54,06	44,51	52,41	54,35	55,49	56,62	54,01	53,44	3,85
Gran media								50,39		



Tabla ANOVA

Fuente de la variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	$F_{0,05;8;63}$
Concentración	1228,72	8	153,59	13,99	2,096
Error	651,74	63	10,98		
Total	1920,46	71			

Los valores de F con un error $\alpha=0,05$; grado de libertad del numerador $v_1=8$ y grado de libertad del denominador $v_2=63$, se obtuvieron del anexo 7.

Debido a que $F=13,99$ es mayor que $F_{0,05;8;63}=2,096$ se concluye en rechazar la hipótesis nula, es decir, existe diferencia entre las variables de estudio.



5.2.3. ANOVA para la variedad: Million Stars (Segunda repetición)

Hipótesis nula $H_0: \bar{Y}_1 = \bar{Y}_2 = \dots = \bar{Y}_a$

Hipótesis alternativa H_a : por lo menos dos de las \bar{Y}_i son diferentes.

Tabla de datos iniciales

Concentración (g/L)	Porcentaje de Ganancia de Peso (%)								Promedio (%)	Desviación (%)
40	51,36	45,57	47,09	54,00	48,98	46,00	46,39	42,93	47,79	3,52
45	47,60	53,36	50,00	50,25	50,61	49,17	54,05	49,14	50,52	2,17
50	54,88	54,57	52,63	57,34	54,96	47,67	55,25	54,94	54,03	2,87
55	58,84	60,78	62,50	58,97	54,59	50,78	61,35	59,32	58,39	3,87
60	67,99	67,97	64,85	69,97	70,48	72,61	70,77	72,41	69,63	2,59
65	58,54	61,05	66,24	58,47	59,41	60,74	58,99	56,61	60,01	2,88
70	67,73	68,09	60,37	59,48	69,20	62,69	57,62	55,26	62,56	5,26
75	62,59	57,05	58,82	53,51	58,77	53,02	59,94	57,53	57,65	3,19
80	57,04	56,10	54,28	56,16	58,13	56,33	50,32	45,29	54,20	4,31
Gran media								57,20		



Tabla ANOVA

Fuente de la variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	$F_{0,05;8;63}$
Concentración	2758,88	8	344,86	27,78	2,096
Error	782,46	63	12,42		
Total	3541,34	71			

Los valores de F con un error $\alpha=0,05$; grado de libertad del numerador $v_1=8$ y grado de libertad del denominador $v_2=63$, se obtuvieron del anexo 7.

Debido a que $F=27,78$ es mayor que $F_{0,05;8;63}=2,096$ se concluye en rechazar la hipótesis nula, es decir, existe diferencia entre las variables de estudio.



5.2.4. ANOVA para la variedad: Xlence

Hipótesis nula $H_0: \bar{Y}_1 = \bar{Y}_2 = \dots = \bar{Y}_a$

Hipótesis alternativa H_a : por lo menos dos de las \bar{Y}_i son diferentes.

Tabla de datos iniciales

Concentración (g/L)	Ganancia de Peso (g)								Promedio (g)	Desviación (g)
40	286	304	298	266	270	262	286	282	281,75	14,98
45	276	206	264	278	226	248	338	208	255,50	43,81
50	292	368	332	330	302	294	216	272	300,75	45,49
55	312	344	266	252	268	270	254	280	280,75	31,66
60	298	342	232	298	318	382	292	336	312,25	44,08
65	266	314	138	288	280	320	288	272	270,75	56,85
70	134	266	358	308	282	350	266	292	282,00	69,27
75	354	340	296	334	356	330	172	302	310,50	60,04
80	386	372	396	318	408	338	264	304	348,25	50,59
Gran media								293,61		



Tabla ANOVA

Fuente de la variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	$F_{0,05;8;63}$
Concentración	48680,08	8	6085,01	2,56	2,096
Error	149476,95	63	2372,65		
Total	198157,03	71			

Los valores de F con un error $\alpha=0,05$; grado de libertad del numerador $v_1=8$ y grado de libertad del denominador $v_2=63$, se obtuvieron del anexo 7.

Debido a que $F=2,56$ es mayor que $F_{0,05;8;63}=2,096$ se concluye en rechazar la hipótesis nula, es decir, existe diferencia entre las variables de estudio.



5.2.5. ANOVA para la variedad: Xlence (Primera repetición)

Hipótesis nula $H_0: \bar{Y}_1 = \bar{Y}_2 = \dots = \bar{Y}_a$

Hipótesis alternativa H_a : por lo menos dos de las \bar{Y}_i son diferentes.

Tabla de datos iniciales

Concentración (g/L)	Ganancia de Peso (g)								Promedio (g)	Desviación (g)
40	190	214	146	286	230	222	244	212	218,00	40,50
45	170	244	198	234	206	248	206	234	217,50	26,93
50	244	208	230	198	228	180	194	162	205,50	27,58
55	206	198	280	250	314	328	258	276	263,75	46,21
60	352	436	328	342	322	366	372	354	359,00	35,54
65	308	354	334	346	352	308	308	330	330,00	19,94
70	342	306	284	338	320	318	334	304	318,25	19,75
75	300	340	302	306	270	188	304	348	294,75	49,55
80	282	256	314	276	344	432	322	326	319,00	54,33
Gran media								280,64		



Tabla ANOVA

Fuente de la variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	$F_{0,05;8;63}$
Concentración	204028,08	8	25503,51	18,05	2,096
Error	89034,75	63	1413,25		
Total	293062,83	71			

Los valores de F con un error $\alpha=0,05$; grado de libertad del numerador $v_1=8$ y grado de libertad del denominador $v_2=63$, se obtuvieron del anexo 7.

Debido a que $F=18,05$ es mayor que $F_{0,05;8;63}=2,096$ se concluye en rechazar la hipótesis nula, es decir, existe diferencia entre las variables de estudio.



5.2.6. ANOVA para la variedad: Xlence (Segunda repetición)

Hipótesis nula $H_0: \bar{Y}_1 = \bar{Y}_2 = \dots = \bar{Y}_a$

Hipótesis alternativa H_a : por lo menos dos de las \bar{Y}_i son diferentes.

Tabla de datos iniciales

Concentración (g/L)	Ganancia de Peso (g)								Promedio (g)	Desviación (g)
40	124	208	400	522	192	374	296	428	318,00	136,11
45	256	314	322	332	278	262	288	272	290,50	28,72
50	310	316	312	268	290	282	374	284	304,50	32,77
55	336	388	340	282	268	310	310	296	316,25	37,97
60	322	336	324	416	360	326	402	324	351,25	37,90
65	284	324	264	286	338	316	360	214	298,25	46,28
70	300	260	368	348	408	356	380	328	343,50	46,86
75	354	406	318	338	356	380	370	362	360,50	26,51
80	324	382	418	372	370	418	386	318	373,50	37,29
Gran media								328,47		



Tabla ANOVA

Fuente de la variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	$F_{0,05;8;63}$
Concentración	55895,44	8	6986,93	2,11	2,096
Error	208132,47	63	3303,69		
Total	264027,91	71			

Los valores de F con un error $\alpha=0,05$; grado de libertad del numerador $v_1=8$ y grado de libertad del denominador $v_2=63$, se obtuvieron del anexo 7.

Debido a que $F=2,11$ es mayor que $F_{0,05;8;63}=2,096$ se concluye en rechazar la hipótesis nula, es decir, existe diferencia entre las variables de estudio.

5.3. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE AZÚCAR

La determinación de puntos óptimos de concentración de azúcar, se lo realiza a través de gráficos de la concentración vs. los promedios del porcentaje de ganancia de peso (Million Stars) o los promedios de la ganancia de peso (Xlence), obteniéndose la ecuación de una curva aproximada mediante regresión no lineal.

REGRESIÓN NO LINEAL

Normalmente, cuando se tiene un conjunto de datos de dos variables aleatorias (X_i, Y_i) , siendo X la variable independiente o regresora y Y la variable dependiente con $i=1, 2, 3, \dots, n$, lo primero que se desea conocer es si existe una relación inherente entre ellas. El análisis de regresión es una técnica estadística que permite modelar e investigar dicha relación (Hines, Montgomery, Goldsman, & Borror, 2005).

El par de valores (X_i, Y_i) se representan en el eje cartesiano, obteniéndose lo que se denomina como diagrama de dispersión o nube de puntos; de esta forma, se adquiere una idea de la relación de las variables. Por lo general, esta relación o dependencia es estocástica, es decir, la ecuación de regresión no se ajusta a los datos de forma perfecta. (Ibíd).

Si las variables se relacionan mediante un modelo de línea recta, el tipo de regresión es lineal simple; mientras que si se relacionan mediante una curva, la regresión es no lineal o curvilínea. En este último tipo, existe la regresión polinómica, hiperbólica, exponencial, potencial, logarítmica y no linealizable (Devore, 2008).

El modelo de regresión polinómica (usada en este trabajo de tesis) tiene la siguiente forma:

$$Y = f(X^k, c_{k+1}) + e$$

Donde e es un error residual, debido a variables no consideradas en el estudio o por errores aleatorios o de medida; c son los coeficientes del polinomio y $k = 1, 2, \dots, N$ es el grado de la ecuación de regresión (Ibíd).

Muchas veces se desea medir la adecuación del modelo de regresión:

$$\hat{Y} = f(X^k, c_{k+1})$$



Por lo que se emplea el uso del coeficiente de regresión R , definido como la raíz cuadrada del coeficiente de determinación R^2 . Analíticamente, se calcula como:

$$R^2 = \frac{SC_R}{S_{YY}} = 1 - \frac{SC_E}{S_{YY}}$$

Donde:

S_{yy} : Suma total de cuadrados:

SC_R : Suma de regresión de cuadrados:

SC_E : Suma de cuadrados del error:

En el presente trabajo de tesis se utilizará una regresión polinómica con $k = 4$, es decir, la ecuación de regresión tiene la forma:

$$\hat{Y} = c_1 + c_2X + c_3X^2 + c_4X^3 + c_5X^4$$

Para obtener la concentración en la que la función de peso es máxima se debe determinar la derivada de la misma, por lo que su derivada será:

$$\hat{Y}' = c_2 + 2c_3X + 3c_4X^2 + 4c_5X^3$$

Esta derivada en su punto óptimo debe ser igual a cero, es decir:

$$\frac{d\hat{Y}}{dX} = 0$$

Tal como se puede observar, la variable independiente en la función derivada es de tercer grado, por lo que los valores de X deben ser determinados por el método de Newton-Raphson, bajo el modelo de:

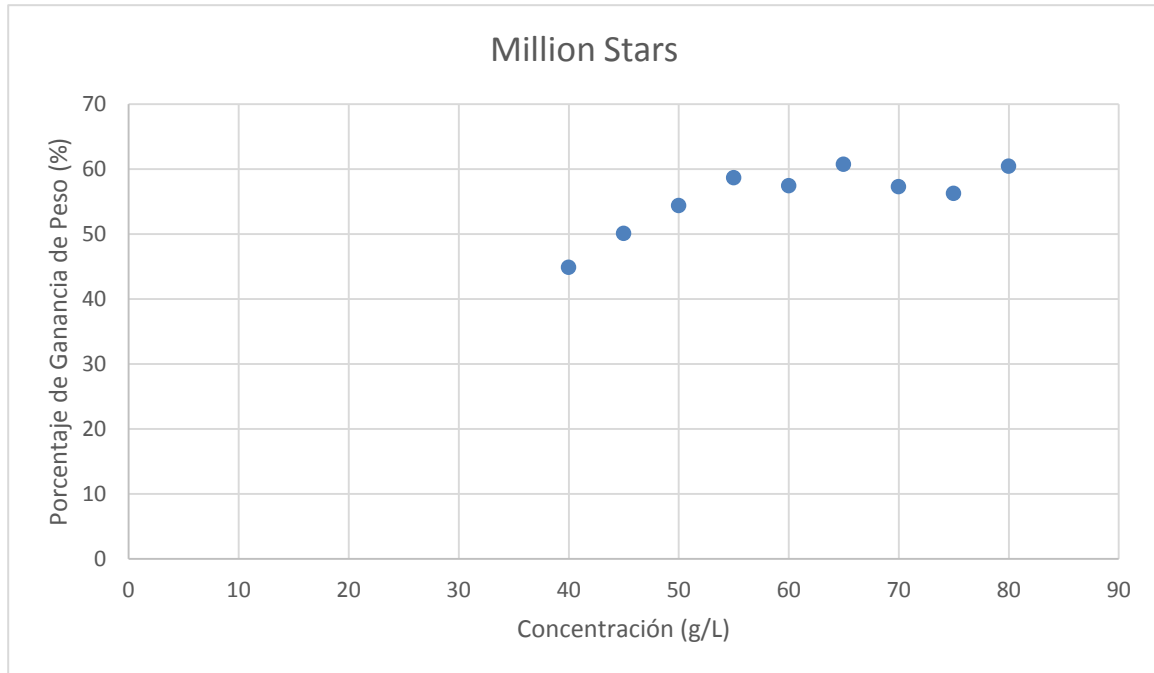
$$X_{i+1} = X_i - \frac{f(X_i)}{f'(X_i)}$$

En donde $i = 0, 1, 2, \dots, N$ son las iteraciones realizadas hasta conseguir el valor de X con un determinado número de dígitos. El valor de X_0 se obtiene de la gráfica en la que aproximadamente se observe un máximo.



Cabe mencionar que en el modelo de Newton-Raphson se necesita la derivada de la función, que en este caso sería la segunda derivada.

5.3.1. Concentración óptima de azúcar para la variedad: Million Stars



Ecuación de regresión:

$$\widehat{\%P} = 471,411 - 35,286 * C + 1,035 * C^2 - 1,274E^{-2} * C^3 + 5,643E^{-5} * C^4$$

Derivada de la ecuación de regresión:

$$\frac{d\widehat{\%P}}{dX} = -35,286 + 2,070 * C - 3,822E^{-2} * C^2 + 2,257E^{-4} * C^3$$

Segunda derivada de la ecuación de regresión:

$$\frac{d^2\widehat{\%P}}{dX^2} = 2,070 - 7,644E^{-2} * C + 6,771E^{-4} * C^2$$

Modelo del método de Newton-Raphson:

$$C_{i+1} = C_i - \frac{2,257E^{-4} * C^3 - 3,822E^{-2} * C^2 + 2,070 * C - 35,286}{6,771E^{-4} * C^2 - 7,644E^{-2} * C + 2,070}$$

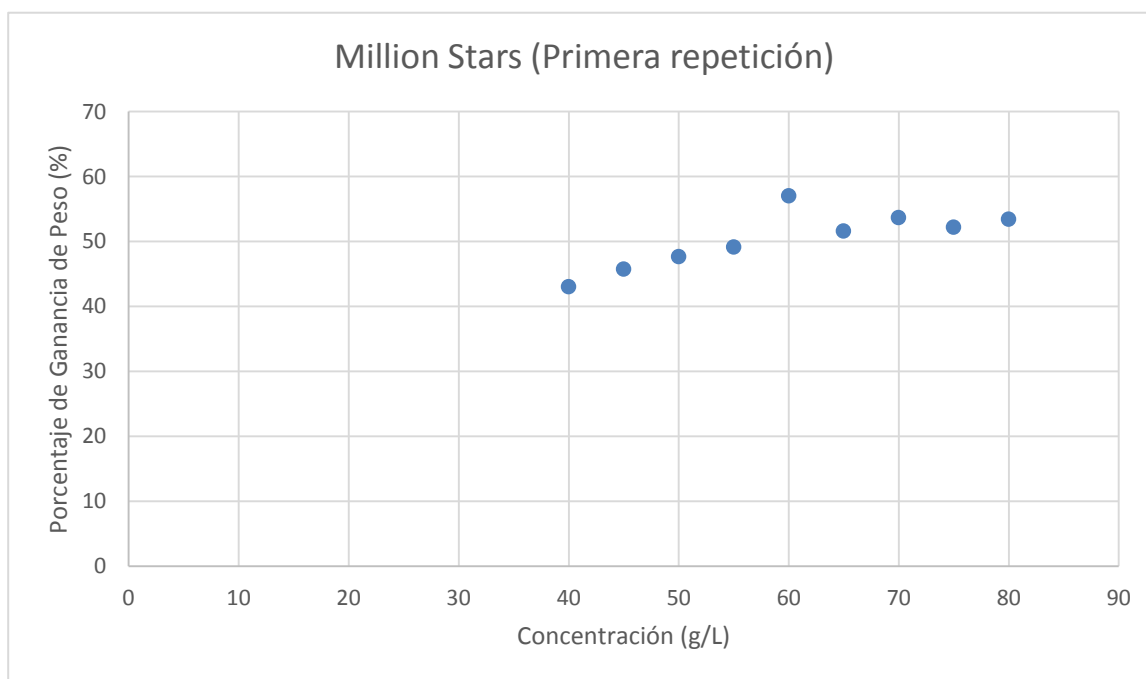


Cálculo de C con un valor inicial de $C_0=60$ y una aproximación de dos dígitos.

i	C_i	$f(C_i)$	$f'(C_i)$	C_{i+1}
0	60	0,05916	-0,07922	60,74674
1	60,74674	0,00144	-0,07525	60,76581
2	60,76581	0,00000	-0,07514	60,76583

El valor óptimo es $C=60,77$ g/L

5.3.2. Concentración óptima de azúcar para la variedad: Million Stars (Primera repetición)



Ecuación de regresión:

$$\widehat{\%P} = 599,588 - 41,206 * C + 1,103 * C^2 - 1,264E^{-2} * C^3 + 5,267E^{-5} * C^4$$

Derivada de la ecuación de regresión:

$$\frac{d\widehat{\%P}}{dX} = -41,206 + 2,206 * C - 3,792E^{-2} * C^2 + 2,107E^{-4} * C^3$$



Segunda derivada de la ecuación de regresión:

$$\frac{d^2\widehat{\%P}}{dX^2} = 2,206 - 7,584E^{-2} * C + 6,321E^{-4} * C^2$$

Modelo del método de Newton-Raphson:

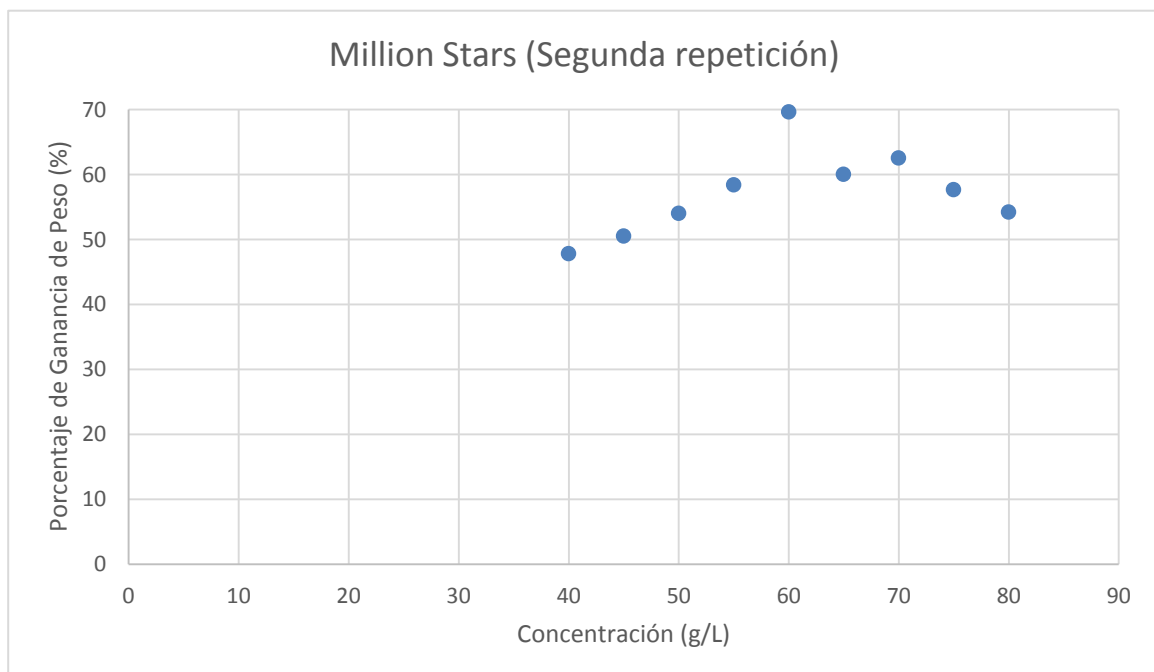
$$C_{i+1} = C_i - \frac{2,107E^{-4} * C^3 - 3,792E^{-2} * C^2 + 2,206 * C - 41,206}{6,321E^{-4} * C^2 - 7,584E^{-2} * C + 2,206}$$

Cálculo de C con un valor inicial de $C_0=60$ y una aproximación de dos dígitos.

i	C_i	$f(C_i)$	$f'(C_i)$	C_{i+1}
0	60	0,25101	-0,06723	63,73345
1	63,73345	0,01103	-0,05838	63,92245
2	63,92245	0,00009	-0,05747	63,92395

El valor óptimo es $C=63,92$ g/L

5.3.3. Concentración óptima de azúcar para la variedad: Million Stars (Segunda repetición)





Ecuación de regresión:

$$\widehat{\%P} = 1083,792 - 75,264 * C + 1,976 * C^2 - 2,214E^{-2} * C^3 + 8,985E^{-5} * C^4$$

Derivada de la ecuación de regresión:

$$\frac{d\widehat{\%P}}{dX} = -75,264 + 3,952 * C - 6,642E^{-2} * C^2 + 3,594E^{-4} * C^3$$

Segunda derivada de la ecuación de regresión:

$$\frac{d^2\widehat{\%P}}{dX^2} = 3,952 - 1,328E^{-1} * C + 1,078E^{-3} * C^2$$

Modelo del método de Newton-Raphson:

$$C_{i+1} = C_i - \frac{3,594E^{-4} * C^3 - 6,642E^{-2} * C^2 + 3,952 * C - 75,264}{1,078E^{-3} * C^2 - 1,328E^{-1} * C + 3,952}$$

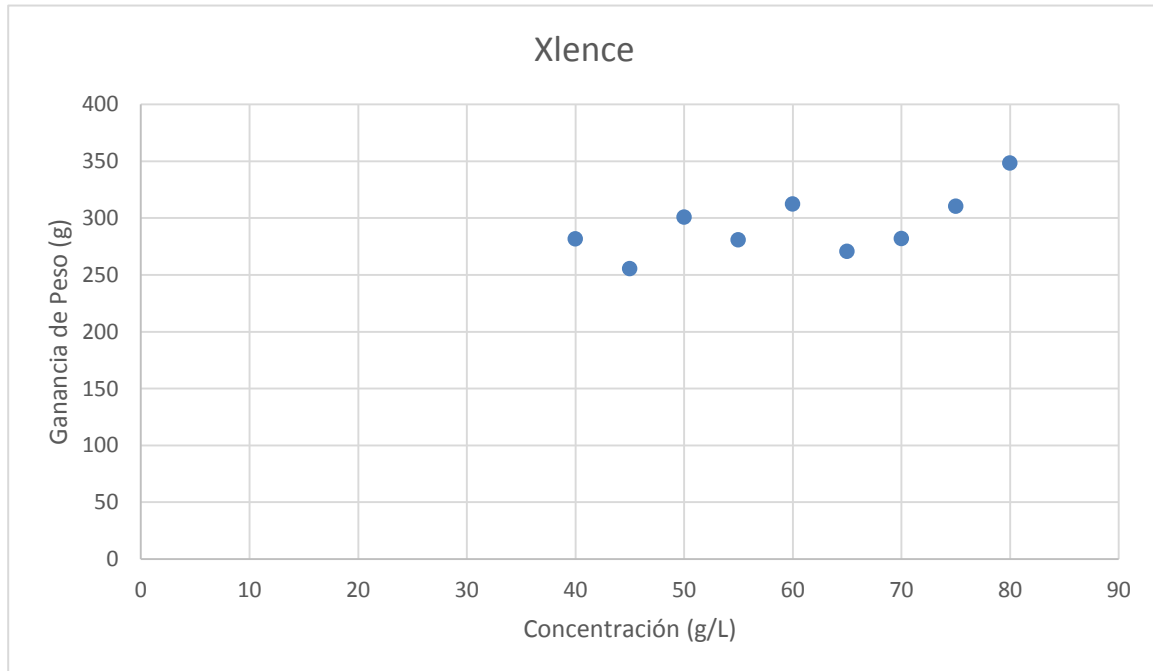
Cálculo de C con un valor inicial de $C_0=60$ y una aproximación de dos dígitos.

i	C_i	$f(C_i)$	$f'(C_i)$	C_{i+1}
0	60	0,38888	-0,13657	62,84743
1	62,84743	-0,00571	-0,13767	62,80599
2	62,80599	0,00000	-0,13778	62,80601

El valor óptimo es $C=62,81$ g/L



5.3.4. Concentración óptima de azúcar para la variedad: Xlence



Ecuación de regresión:

$$\hat{P} = 5177,605 - 364,088 * C + 9,934 * C^2 - 1,180E^{-1} * C^3 + 5,164E^{-4} * C^4$$

Derivada de la ecuación de regresión:

$$\frac{d\hat{P}}{dX} = -364,088 + 19,868 * C - 3,540E^{-1} * C^2 + 2,066E^{-3} * C^3$$

Segunda derivada de la ecuación de regresión:

$$\frac{d^2\hat{P}}{dX^2} = 19,868 - 7,080E^{-1} * C + 6,198E^{-3} * C^2$$

Modelo del método de Newton-Raphson:

$$C_{i+1} = C_i - \frac{2,066E^{-3} * C^3 - 3,540E^{-1} * C^2 + 19,868 * C - 364,088}{6,198E^{-3} * C^2 - 7,080E^{-1} * C + 19,868}$$

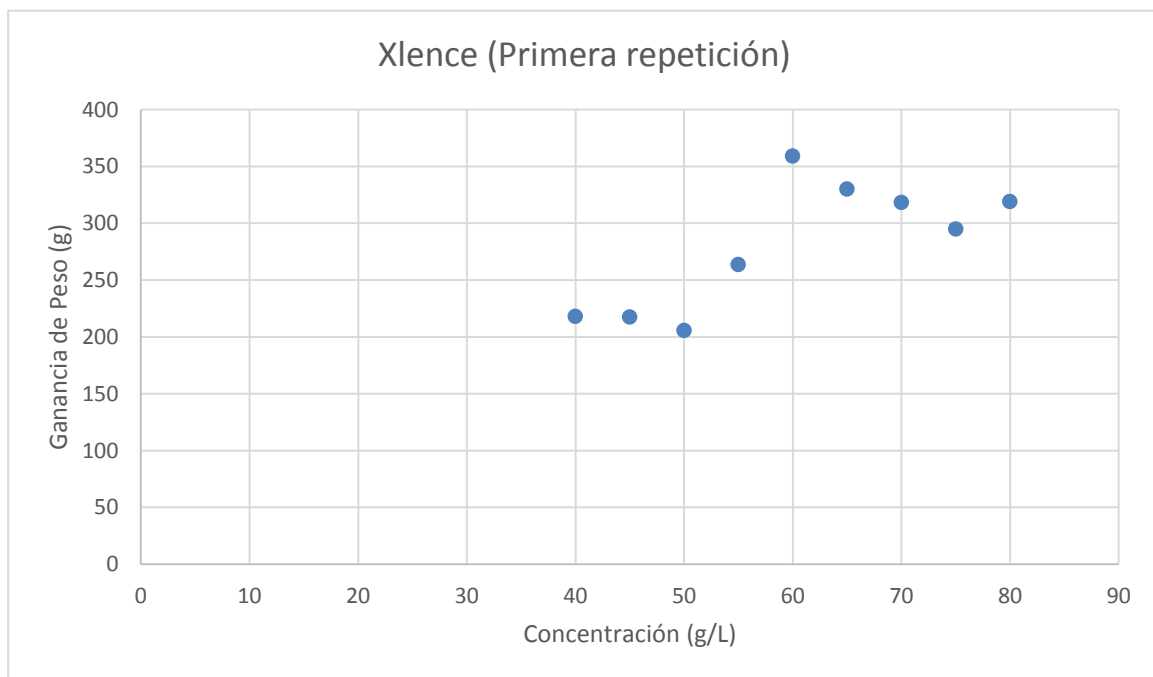


Cálculo de C con un valor inicial de $C_0=60$ y una aproximación de dos dígitos.

i	C_i	$f(C_i)$	$f'(C_i)$	C_{i+1}
0	60	-0,46932	-0,30997	58,48593
1	58,48593	0,03357	-0,34958	58,58196
2	58,58196	0,00008	-0,34791	58,58219

El valor óptimo es $C=58,58$ g/L

5.3.5. Concentración óptima de azúcar para la variedad: Xlence (Primera repetición)



Ecuación de regresión:

$$\hat{P} = 16300,872 - 1131,728 * C + 29,029 * C^2 - 3,219E^{-1} * C^3 + 1,308E^{-3} * C^4$$

Derivada de la ecuación de regresión:

$$\frac{d\hat{P}}{dX} = -1131,728 + 58,058 * C - 9,657E^{-1} * C^2 + 5,232E^{-3} * C^3$$



Segunda derivada de la ecuación de regresión:

$$\frac{d^2 \hat{P}}{dX^2} = 58,058 - 1,931 * C + 1,570E^{-2} * C^2$$

Modelo del método de Newton-Raphson:

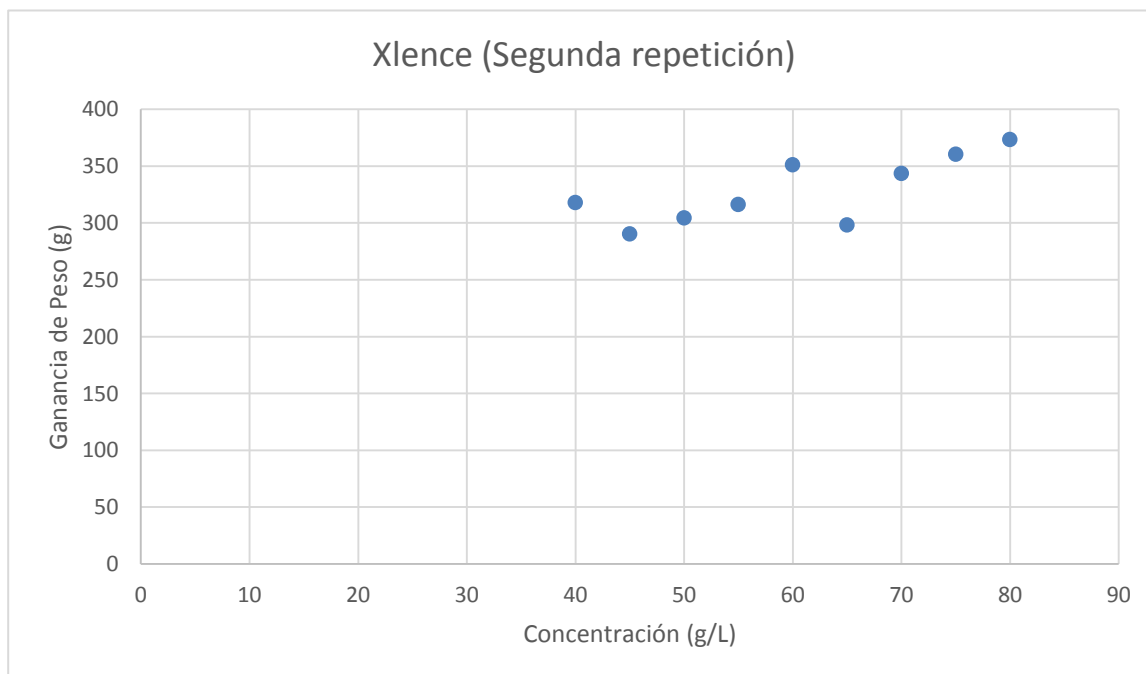
$$C_{i+1} = C_i - \frac{5,232E^{-3} * C^3 - 9,657E^{-1} * C^2 + 58,058 * C - 1131,728}{1,570E^{-2} * C^2 - 1,931 * C + 58,058}$$

Cálculo de C con un valor inicial de $C_0=60$ y una aproximación de dos dígitos.

i	C_i	$f(C_i)$	$f'(C_i)$	C_{i+1}
0	60	5,45316	-1,32033	64,13014
1	64,13014	-0,04110	-1,25100	64,09729
2	64,09729	0,00004	-1,25366	64,09732

El valor óptimo es $C=64,10$ g/L

5.3.6. Concentración óptima de azúcar para la variedad: Xlence (Segunda repetición)





Ecuación de regresión:

$$\hat{P} = 4436,120 - 288,194 * C + 7,386 * C^2 - 8,263E^{-2} * C^3 + 3,427E^{-4} * C^4$$

Derivada de la ecuación de regresión:

$$\frac{d\hat{P}}{dX} = -288,194 + 14,772 * C - 2,479E^{-1} * C^2 + 1,371E^{-3} * C^3$$

Segunda derivada de la ecuación de regresión:

$$\frac{d^2\hat{P}}{dX^2} = 14,772 - 4,958E^{-1} * C + 4,112E^{-3} * C^2$$

Modelo del método de Newton-Raphson:

$$C_{i+1} = C_i - \frac{1,371E^{-3} * C^3 - 2,479E^{-1} * C^2 + 14,772 * C - 288,194}{4,112E^{-3} * C^2 - 4,958E^{-1} * C + 14,772}$$

Cálculo de C con un valor inicial de $C_0=60$ y una aproximación de dos dígitos.

i	C_i	$f(C_i)$	$f'(C_i)$	C_{i+1}
0	60	1,75522	-0,17207	70,20034
1	70,20034	1,33275	0,23185	64,45201
2	64,45201	1,08686	-0,10101	75,21213

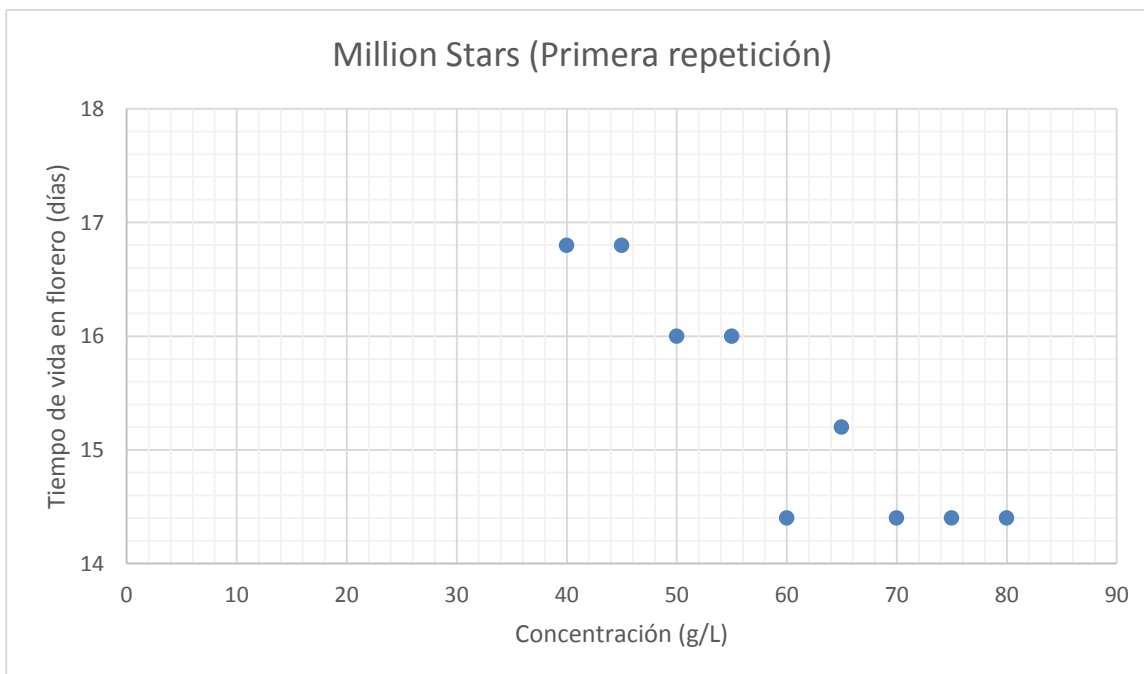
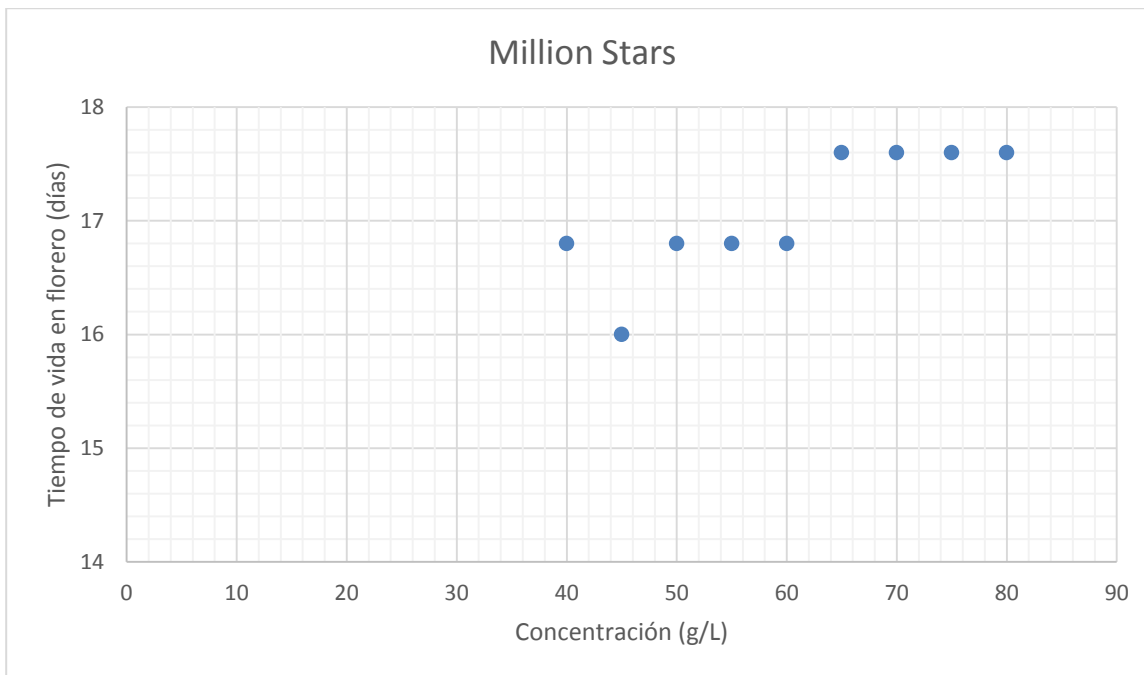
De la tabla se concluye que la ecuación de regresión no contiene un máximo cerca de $C=60$ g/L; sin embargo, la gráfica de datos, sí muestra un valor máximo por lo que se tomará como óptimo el de $C=60$ g/L.

5.4. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE VIDA EN FLORERO

Los tiempos de vida en florero de cada variedad junto con sus repeticiones se utilizarán como comparación con el punto óptimo respectivamente determinado.

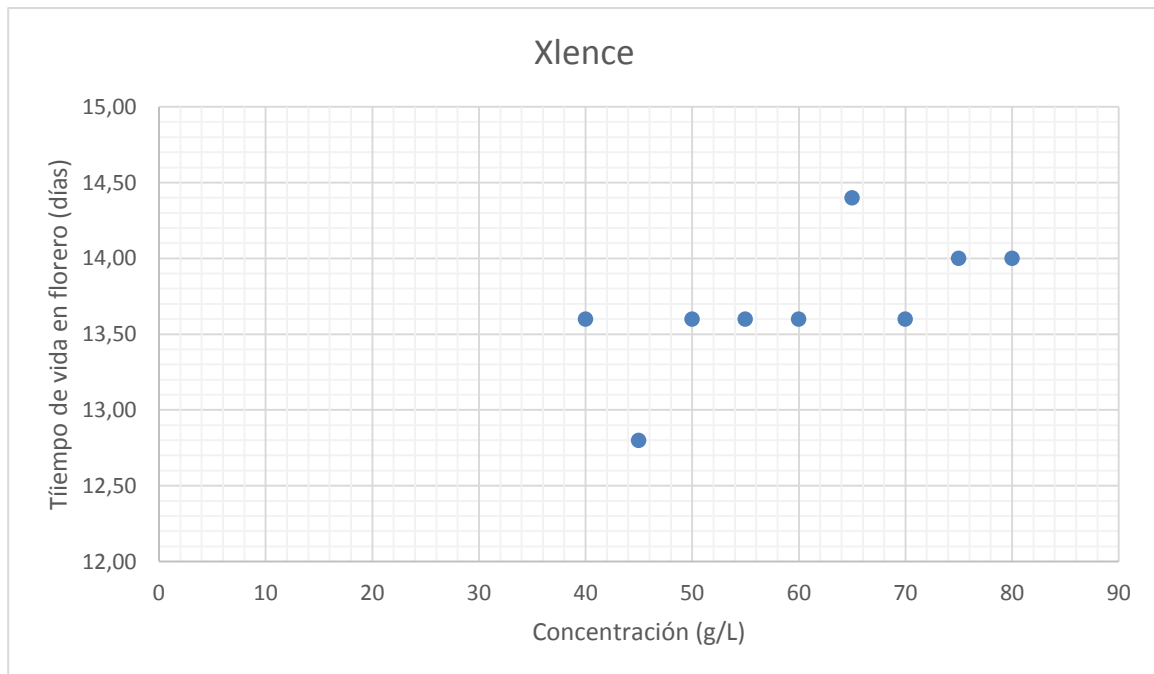
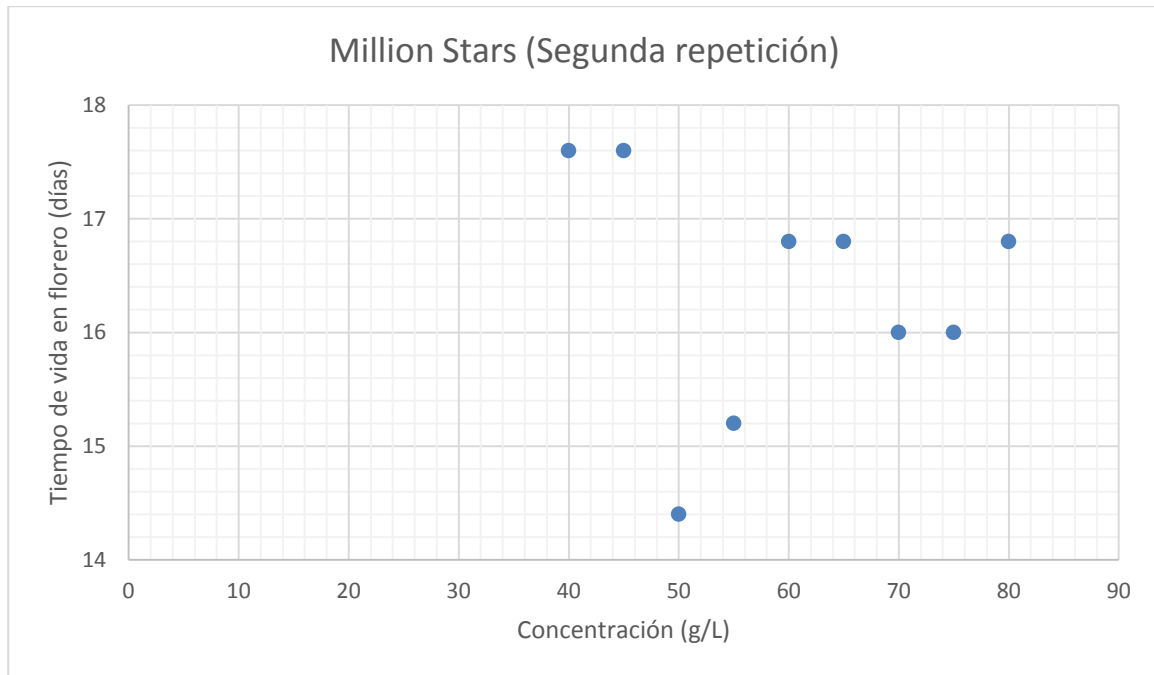


UNIVERSIDAD DE CUENCA



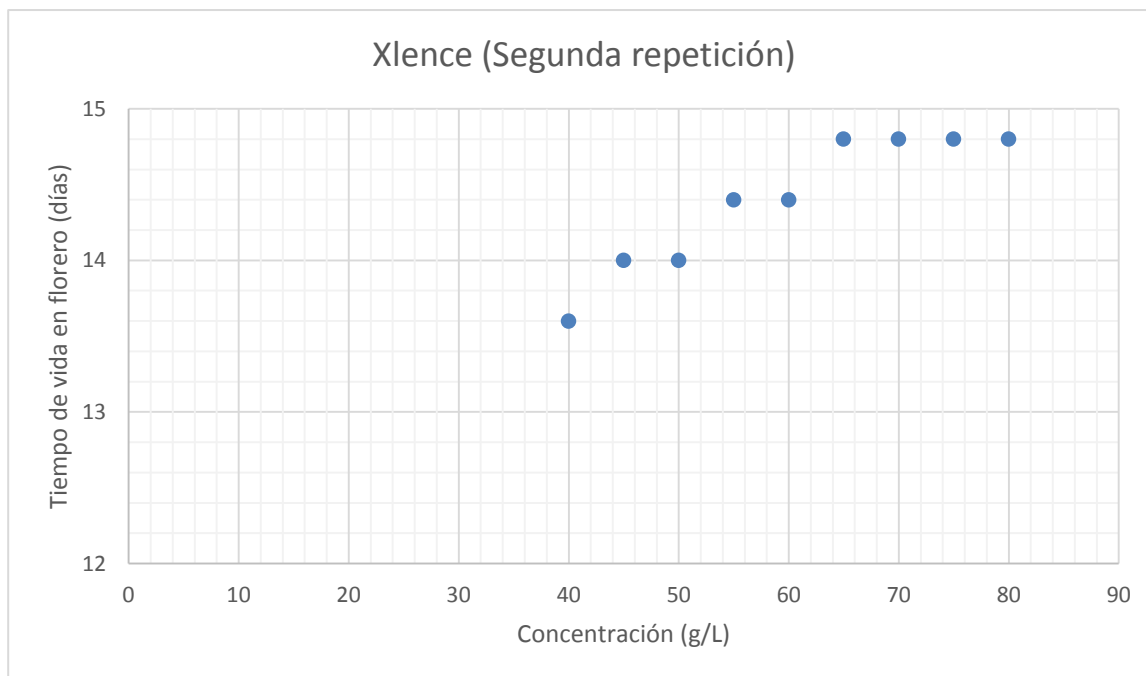
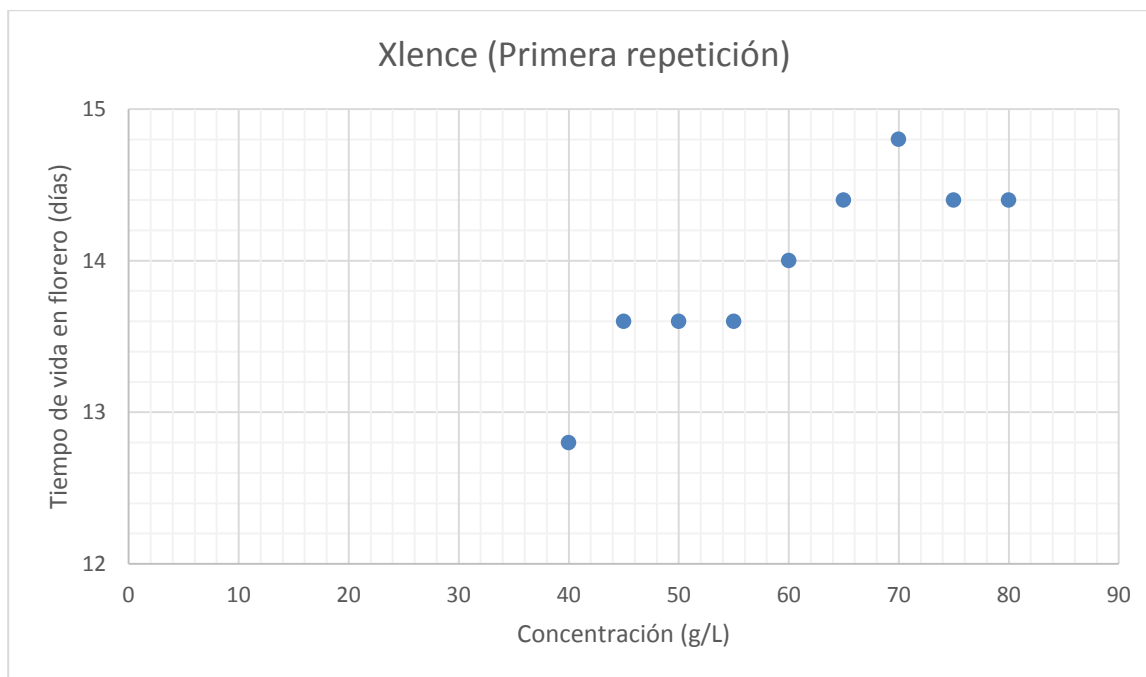


UNIVERSIDAD DE CUENCA





UNIVERSIDAD DE CUENCA



Debido a que el tiempo de vida en florero muestra gráficos diferentes entre sí de la variedad Million Stars y Xlence, se procede a realizar la prueba de independencia de dos variables.



PRUEBA DE INDEPENDENCIA

La prueba de independencia, también conocida como prueba chi cuadrado, permite encontrar relación o asociación entre dos variables con carácter cualitativo, es decir, los datos deben estar categorizados por una cualidad (Walpole, y otros, 2009).

Una vez obtenidos los datos, éstos se tabulan en tablas de contingencia. Una tabla de contingencia es una tabla con r renglones y c columnas ($r \times c$), en la que las frecuencias de dos o más variables se tabulan de forma cruzada. Los totales de los renglones y columnas se denominan frecuencias marginales (Ibíd).

El cálculo de la prueba chi cuadrado se realiza con la fórmula:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Donde:

χ^2 : Valor a comparar con la distribución chi cuadrado con $v = k - 1$ grados de libertad.

o_i : Frecuencias observadas.

e_i : Frecuencias esperadas.

Las frecuencias esperadas se calculan por la fórmula:

$$e_i = \frac{(\text{total de la columna}) * (\text{total del renglón})}{\text{gran total}}$$

Las hipótesis apropiadas son:

Hipótesis nula H_0 : Las variables son independientes.

Hipótesis alternativa H_a : Hay relación entre las variables.

Mientras que, el criterio de aceptación de la hipótesis nula es:

$$\chi^2 \leq \chi_{\alpha}^2$$



En donde α es la probabilidad de error (en este caso $\alpha = 0,05$). El valor de $\chi^2_{0,05}$ con $v = (r-1)(c-1)$ grados de libertad se obtiene del anexo 8.

Debido a que los valores observados en cada gráfica son muy constantes, se pasó a variables cualitativas, principal requisito para la prueba de independencia. A continuación se muestra el análisis de chi cuadrado de los datos del tiempo de vida en florero, junto con los cálculos necesarios, para cada variedad.

5.4.1. Prueba de independencia para la variedad: Million Stars

Tabla de contingencia

	Tiempo de vida en florero				
Concentración	Menor a 15 días		Mayor o igual a 15 días		Total
	o	e	o	e	
Menor o igual a 60 g/L	2	3	13	12	15
Mayor a 60 g/L	3	2	9	10	12
Total	5		22		27

Cálculo de χ^2 .

$$\chi^2 = \frac{(2 - 3)^2}{3} + \frac{(13 - 12)^2}{12} + \frac{(3 - 2)^2}{2} + \frac{(9 - 10)^2}{10} = 1,017$$

De la tabla (ver Anexo 8) con $\alpha = 0,05$ para $v = (2-1)(2-1) = 1$ grado de libertad se tiene que $\chi^2_{0,05} = 3,841$, por lo que se acepta la hipótesis nula ya que 1,017 es menor que 3,841, y se concluye que no existe relación entre las variables.



5.4.2. Prueba de independencia para la variedad: Million Stars

Tabla de contingencia

	Tiempo de vida en florero				
Concentración	Menor a 14 días		Mayor o igual a 14 días		Total
	<i>o</i>	<i>e</i>	<i>o</i>	<i>e</i>	
<i>Menor o igual a 60 g/L</i>	10	6	5	9	15
<i>Mayor a 60 g/L</i>	1	5	11	7	12
Total	11		16		27

Cálculo de χ^2 .

$$\chi^2 = \frac{(10 - 6)^2}{6} + \frac{(5 - 9)^2}{9} + \frac{(1 - 5)^2}{5} + \frac{(11 - 7)^2}{7} = 9,93$$

De la tabla (ver Anexo 8) con $\alpha = 0,05$ para $v = (2-1)(2-1) = 1$ grado de libertad se tiene que $\chi^2_{0,05} = 3,841$, por lo que se rechaza la hipótesis nula ya que 9,93 es mayor que 3,841, y se concluye que existe relación entre las variables.



CONCLUSIONES

La variedad Million Stars tiene un comportamiento de distribución normal si se calcula el porcentaje de peso ganado, mientras que la variedad Xlence tiene un comportamiento de distribución normal si solo se calcula el peso ganado; es decir, para la primera variedad es importante el estado inicial del tallo de la flor (en este caso el peso); caso contrario con la segunda variedad que tendía a ganar peso sin importar su estado inicial.

El valor óptimo de concentración de azúcar para la variedad Million Stars es de $C=62,5 \pm 1,6$ (g/L) en el rango de 40 – 80 (g/L), por lo que el valor utilizado por la empresa no se aleja del valor encontrado y definido como óptimo con bases estadísticas.

La concentración óptima de azúcar para la variedad Xlence es de $C=60,89 \pm 2,87$ (g/L) en el rango de 40 – 80 (g/L). Dicho valor se encuentra bastante cercano al valor utilizado por la empresa, aunque durante el estudio de esta variedad el rango de peso varía bastante respecto a la variedad Million Stars que era más estable.

A pesar de que los óptimos son cercanos a 60 g/L, por debajo de este valor y por encima se encontraron valores mínimos; sin embargo, el peso obtenido por encima del óptimo es más alto que el peso conseguido por debajo del óptimo. Se puede concluir que el tallo de la flor tiende a absorber el exceso de azúcar incluso si ya tiene suficiente para sus funciones fisiológicas. Debe mencionarse que con la variedad Xlence este fenómeno es más notable.

En el análisis ANOVA, en ambas variedades hay diferencias entre las variables de estudio, es decir, la variación de concentraciones sí afecta en la observación del peso ya que los valores obtenidos de: 5,98; 13,99; 27,78 para la variedad Million Stars y 2,56; 18,05; 2,11 para la variedad Xlence son mayores al valor tabulado de la prueba de Fischer $F=2,096$.

Por otra parte, en la prueba de chi cuadrado se determina que no existe relación entre la concentración y el tiempo de vida en florero para la variedad Million Stars ya que el valor obtenido de 1,017 es menor que el tabulado $\chi^2=3,841$. Caso contrario ocurre con la variedad Xlence, es decir si existe relación entre la



concentración y el tiempo de vida en florero ya que el valor obtenido de 9,93 es mayor que el tabulado $\chi^2=3,841$.

RECOMENDACIONES

Durante el proceso de apertura de la flor, se recomienda que se realicen controles de los grados Brix en las soluciones usadas. Este control puede hacerse de forma aleatoria, y así evitar el consumo excesivo de recursos humanos y determinar si el tallo de la flor, en consecuencia, logra disminuir, aumentar o mantener la concentración de la solución.

El estudio presentado en este trabajo de tesis, se puede volver a realizar con las condiciones iniciales de peso diferentes, es decir, cambiando el color de la liga que define el peso proyectado que está produciendo, y así establecer que las concentraciones óptimas calculadas pueden aplicarse indiferentemente de la condición inicial del grado de tallo.

Sin embargo, si de igual forma se estudiara el tiempo de vida en florero, se recomienda que la toma de la muestra sea por separado (tomar las muestras de la variedad Million Stars una semana después de la toma de muestra de la variedad Xlence) para evitar el exceso de tallos de flores a tratar, durante la etapa medición de dicha propiedad.

Bajo la misma razón expuesta anteriormente, se aconseja fabricar más estantes ya que esto ayuda con la ubicación de los floreros en condiciones previamente establecidas, e impedir la necesidad de realizar movimientos de los floreros y tratar de reproducir las condiciones del lugar inicial.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXOS

ANEXO 1: PESADO 1





UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 2: CODIFICACIÓN POR GRUPOS





UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 3: PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES CON DIVERSAS CONCENTRACIONES





UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 4: PESADO 2





UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 5: PROCESO DE CLASIFICACIÓN EN BLANCO





UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 6: HIDRATACIÓN





UNIVERSIDAD DE CUENCA

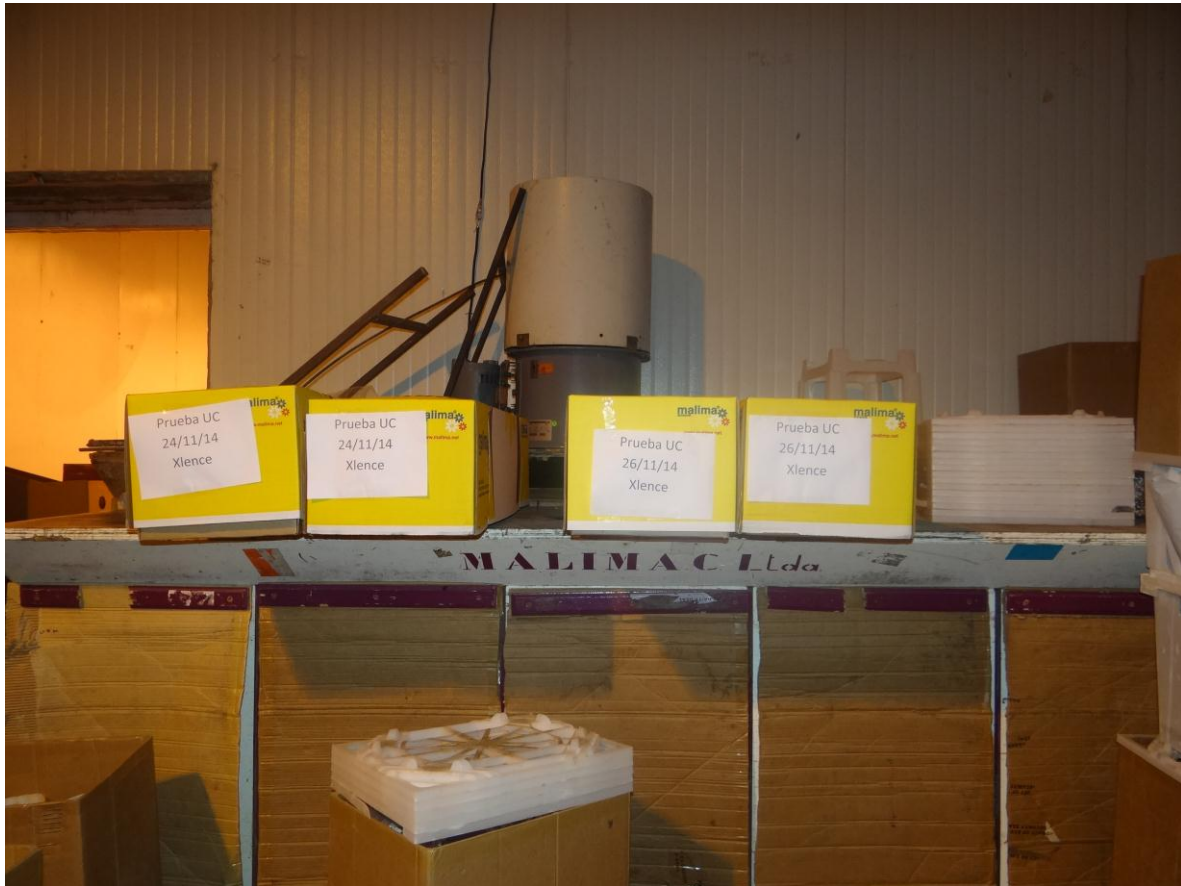
ANEXO 7: EMPAQUETADO





UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 8: SIMULACIÓN DE VUELO





UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 9: TIEMPO EN FLORERO





UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 10: Distribución acumulativa normal estándar

z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	z
0,0	0,50000	0,50399	0,50798	0,51197	0,51595	0,51994	0,52392	0,52790	0,53188	0,53586	0,0
0,1	0,53983	0,54379	0,54776	0,55172	0,55567	0,55962	0,56356	0,56749	0,57142	0,57534	0,1
0,2	0,57926	0,58317	0,58706	0,59095	0,59483	0,59871	0,60257	0,60642	0,61026	0,61409	0,2
0,3	0,61791	0,62172	0,62551	0,62930	0,63307	0,63683	0,64058	0,64431	0,64803	0,65173	0,3
0,4	0,65542	0,65910	0,66276	0,66640	0,67003	0,67364	0,67724	0,68082	0,68438	0,68793	0,4
0,5	0,69146	0,69497	0,69847	0,70194	0,70540	0,70884	0,71226	0,71566	0,71904	0,72240	0,5
0,6	0,72575	0,72907	0,73237	0,73565	0,73891	0,74215	0,74537	0,74857	0,75175	0,75490	0,6
0,7	0,75803	0,76115	0,76424	0,76730	0,77035	0,77337	0,77637	0,77935	0,78230	0,78523	0,7
0,8	0,78814	0,79103	0,79389	0,79673	0,79954	0,80234	0,80510	0,80785	0,81057	0,81327	0,8
0,9	0,81594	0,81859	0,82121	0,82381	0,82639	0,82894	0,83147	0,83397	0,83646	0,83891	0,9
1,0	0,84134	0,84375	0,84613	0,84849	0,85083	0,85314	0,85543	0,85769	0,85993	0,86214	1,0
1,1	0,86433	0,86650	0,86864	0,87076	0,87285	0,87493	0,87697	0,87900	0,88100	0,88297	1,1
1,2	0,88493	0,88686	0,88877	0,89065	0,89251	0,89435	0,89616	0,89796	0,89973	0,90147	1,2
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91308	0,91465	0,91621	0,91773	1,3
1,4	0,91924	0,92073	0,92219	0,92364	0,92506	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189	1,4
1,5	0,93319	0,93448	0,93574	0,93699	0,93822	0,93943	0,94062	0,94179	0,94295	0,94408	1,5
1,6	0,94520	0,94630	0,94738	0,94845	0,94950	0,95053	0,95154	0,95254	0,95352	0,95448	1,6
1,7	0,95543	0,95637	0,95728	0,95818	0,95907	0,95994	0,96080	0,96164	0,96246	0,96327	1,7
1,8	0,96407	0,96485	0,96562	0,96637	0,96711	0,96784	0,96856	0,96926	0,96995	0,97062	1,8
1,9	0,97128	0,97193	0,97257	0,97320	0,97381	0,97441	0,97500	0,97558	0,97615	0,97670	1,9
2,0	0,97725	0,97778	0,97831	0,97882	0,97932	0,97982	0,98030	0,98077	0,98124	0,98169	2,0
2,1	0,98214	0,98257	0,98300	0,98341	0,98382	0,98422	0,98461	0,98500	0,98537	0,98574	2,1
2,2	0,98610	0,98645	0,98679	0,98713	0,98745	0,98778	0,98809	0,98840	0,98870	0,98899	2,2
2,3	0,98928	0,98956	0,98983	0,99010	0,99036	0,99061	0,99086	0,99111	0,99134	0,99158	2,3
2,4	0,99180	0,99202	0,99224	0,99245	0,99266	0,99286	0,99305	0,99324	0,99343	0,99361	2,4
2,5	0,99379	0,99396	0,99413	0,99430	0,99446	0,99461	0,99477	0,99492	0,99506	0,99520	2,5
2,6	0,99534	0,99547	0,99560	0,99573	0,99585	0,99598	0,99609	0,99621	0,99632	0,99643	2,6
2,7	0,99653	0,99664	0,99674	0,99683	0,99693	0,99702	0,99711	0,99720	0,99728	0,99736	2,7
2,8	0,99744	0,99752	0,99760	0,99767	0,99774	0,99781	0,99788	0,99795	0,99801	0,99807	2,8
2,9	0,99813	0,99819	0,99825	0,99831	0,99836	0,99841	0,99846	0,99851	0,99856	0,99861	2,9
3,0	0,99865	0,99869	0,99874	0,99878	0,99882	0,99886	0,99889	0,99893	0,99897	0,99900	3,0
3,1	0,99903	0,99906	0,99910	0,99913	0,99916	0,99918	0,99921	0,99924	0,99926	0,99929	3,1
3,2	0,99931	0,99934	0,99936	0,99938	0,99940	0,99942	0,99944	0,99946	0,99948	0,99950	3,2
3,3	0,99952	0,99953	0,99955	0,99957	0,99958	0,99960	0,99961	0,99962	0,99964	0,99965	3,3
3,4	0,99966	0,99968	0,99969	0,99970	0,99971	0,99972	0,99973	0,99974	0,99975	0,99976	3,4
3,5	0,99977	0,99978	0,99978	0,99979	0,99980	0,99981	0,99981	0,99982	0,99983	0,99983	3,5
3,6	0,99984	0,99985	0,99985	0,99986	0,99986	0,99987	0,99987	0,99988	0,99988	0,99989	3,6
3,7	0,99989	0,99990	0,99990	0,99990	0,99991	0,99991	0,99992	0,99992	0,99992	0,99992	3,7
3,8	0,99993	0,99993	0,99993	0,99994	0,99994	0,99994	0,99994	0,99995	0,99995	0,99995	3,8
3,9	0,99995	0,99995	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99997	0,99997	3,9



ANEXO 11: Puntos porcentuales de la distribución F

		F(0,05;v1;v2)																			
		Grados de libertad para el numerador (v1)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞	
Grados de libertad para el denominador (v2)	1	161,40	199,50	215,70	224,60	230,20	234,00	236,80	238,90	240,50	241,90	243,90	245,90	248,00	249,10	250,10	251,10	252,20	253,30	254,30	
	2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,41	19,43	19,45	19,45	19,46	19,47	19,48	19,49	19,50	
	3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53	
	4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63	
	5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,36	
	6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67	
	7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23	
	8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93	
	9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71	
	10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54	
	11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40	
	12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30	
	13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21	
	14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,22	2,18	2,13	
	15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,48	2,40	2,33	2,29	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07	
	16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42	2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01	
	17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,38	2,31	2,23	2,19	2,15	2,10	2,06	2,01	1,96	
	18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34	2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,02	1,97	1,92	
	19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88	
	20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,28	2,20	2,12	2,08	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84	
	21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25	2,18	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81	
	22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,23	2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78	
	23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,20	2,13	2,05	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76	
	24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,18	2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73	
	25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,71	
	26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,15	2,07	1,99	1,95	1,90	1,85	1,80	1,75	1,69	
	27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,25	2,20	2,13	2,06	1,97	1,93	1,88	1,84	1,79	1,73	1,67	
	28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24	2,19	2,12	2,04	1,96	1,91	1,87	1,82	1,77	1,71	1,65	
	29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,10	2,03	1,94	1,90	1,85	1,81	1,75	1,70	1,64	
	30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,09	2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62	
	40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,00	1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51	
	60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,92	1,84	1,75	1,70	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39	
	120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,09	2,02	1,96	1,91	1,83	1,75	1,66	1,61	1,55	1,55	1,43	1,35	1,25	
	∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88	1,83	1,75	1,67	1,57	1,52	1,46	1,39	1,32	1,22	1,00	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 12: Valores críticos de la distribución Chi Cuadrado

α	0,001	0,005	0,01	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	α
g.d.l																g.d.l
1	10,828	7,879	6,635	5,412	5,024	4,709	4,218	3,841	2,706	2,072	1,642	1,323	1,074	0,873	0,708	1
2	13,816	10,597	9,21	7,824	7,378	7,013	6,438	5,991	4,605	3,794	3,219	2,773	2,408	2,1	1,833	2
3	16,266	12,838	11,345	9,837	9,348	8,947	8,311	7,815	6,251	5,317	4,642	4,108	3,665	3,283	2,946	3
4	18,467	14,86	13,277	11,668	11,143	10,712	10,026	9,488	7,779	6,745	5,989	5,385	4,878	4,438	4,045	4
5	20,515	16,75	15,086	13,388	12,833	12,375	11,644	11,07	9,236	8,115	7,289	6,626	6,064	5,573	5,132	5
6	22,458	18,548	16,812	15,033	14,449	13,968	13,198	12,592	10,645	9,446	8,558	7,841	7,231	6,695	6,211	6
7	24,322	20,278	18,475	16,622	16,013	15,509	14,703	14,067	12,017	10,748	9,803	9,037	8,383	7,806	7,283	7
8	26,124	21,955	20,09	18,168	17,535	17,01	16,171	15,507	13,362	12,027	11,03	10,219	9,524	8,909	8,351	8
9	27,877	23,589	21,666	19,679	19,023	18,48	17,608	16,919	14,684	13,288	12,242	11,389	10,656	10,006	9,414	9
10	29,588	25,188	23,209	21,161	20,483	19,922	19,021	18,307	15,987	14,534	13,442	12,549	11,781	11,097	10,473	10
11	31,264	26,757	24,725	22,618	21,92	21,342	20,412	19,675	17,275	15,767	14,631	13,701	12,899	12,184	11,53	11
12	32,909	28,3	26,217	24,054	23,337	22,742	21,785	21,026	18,549	16,989	15,812	14,845	14,011	13,266	12,584	12
13	34,528	29,819	27,688	25,472	24,736	24,125	23,142	22,362	19,812	18,202	16,985	15,984	15,119	14,345	13,636	13
14	36,123	31,319	29,141	26,873	26,119	25,493	24,485	23,685	21,064	19,406	18,151	17,117	16,222	15,421	14,685	14
15	37,697	32,801	30,578	28,259	27,488	26,848	25,816	24,996	22,307	20,603	19,311	18,245	17,322	16,494	15,733	15
16	39,252	34,267	32	29,633	28,845	28,191	27,136	26,296	23,542	21,793	20,465	19,369	18,418	17,565	16,78	16
17	40,79	35,718	33,409	30,995	30,191	29,523	28,445	27,587	24,769	22,977	21,615	20,489	19,511	18,633	17,824	17
18	42,312	37,156	34,805	32,346	31,526	30,845	29,745	28,869	25,989	24,155	22,76	21,605	20,601	19,699	18,868	18
19	43,82	38,582	36,191	33,687	32,852	32,158	31,037	30,144	27,204	25,329	23,9	22,718	21,689	20,764	19,91	19
20	45,315	39,997	37,566	35,02	34,17	33,462	32,321	31,41	28,412	26,498	25,038	23,828	22,775	21,826	20,951	20
21	46,797	41,401	38,932	36,343	35,479	34,759	33,597	32,671	29,615	27,662	26,171	24,935	23,858	22,888	21,991	21
22	48,268	42,796	40,289	37,659	36,781	36,049	34,867	33,924	30,813	28,822	27,301	26,039	24,939	23,947	23,031	22
23	49,728	44,181	41,638	38,968	38,076	37,332	36,131	35,172	32,007	29,979	28,429	27,141	26,018	25,006	24,069	23
24	51,179	45,559	42,98	40,27	39,364	38,609	37,389	36,415	33,196	31,132	29,553	28,241	27,096	26,063	25,106	24
25	52,62	46,928	44,314	41,566	40,646	39,88	38,642	37,652	34,382	32,282	30,675	29,339	28,172	27,118	26,143	25
26	54,052	48,29	45,642	42,856	41,923	41,146	39,889	38,885	35,563	33,429	31,795	30,435	29,246	28,173	27,179	26
27	55,476	49,645	46,963	44,14	43,195	42,407	41,132	40,113	36,741	34,574	32,912	31,528	30,319	29,227	28,214	27
28	56,892	50,993	48,278	45,419	44,461	43,662	42,37	41,337	37,916	35,715	34,027	32,62	31,391	30,279	29,249	28
29	58,301	52,336	49,588	46,693	45,722	44,913	43,604	42,557	39,087	36,854	35,139	33,711	32,461	31,331	30,283	29
30	59,703	53,672	50,892	47,962	46,979	46,16	44,834	43,773	40,256	37,99	36,25	34,8	33,53	32,382	31,316	30
31	61,098	55,003	52,191	49,226	48,232	47,402	46,059	44,985	41,422	39,124	37,359	35,887	34,598	33,431	32,349	31
32	62,487	56,328	53,486	50,487	49,48	48,641	47,282	46,194	42,585	40,256	38,466	36,973	35,665	34,48	33,381	32
33	63,87	57,648	54,776	51,743	50,725	49,876	48,5	47,4	43,745	41,386	39,572	38,058	36,731	35,529	34,413	33
34	65,247	58,964	56,061	52,995	51,966	51,107	49,716	48,602	44,903	42,514	40,676	39,141	37,795	36,576	35,444	34
35	66,619	60,275	57,342	54,244	53,203	52,335	50,928	49,802	46,059	43,64	41,778	40,223	38,859	37,623	36,475	35
40	73,402	66,766	63,691	60,436	59,342	58,428	56,946	55,758	51,805	49,244	47,269	45,616	44,165	42,848	41,622	40
60	99,607	91,952	88,379	84,58	83,298	82,225	80,482	79,082	74,397	71,341	68,972	66,981	65,227	63,628	62,135	60
80	124,84	116,32	112,33	108,07	106,63	105,42	103,46	101,88	96,578	93,106	90,405	88,13	86,12	84,284	82,566	80
90	137,21	128,3	124,12	119,65	118,14	116,87	114,81	113,15	107,57	103,9	101,05	98,65	96,524	94,581	92,761	90
100	149,45	140,17	135,81	131,14	129,56	128,24	126,08	124,34	118,5	114,66	111,67	109,14	106,91	104,86	102,95	100
120	173,62	163,65	158,95	153,92	152,21	150,78	148,45	146,57	140,23	136,06	132,81	130,06	127,62	125,38	123,29	120
140	197,45	186,85	181,84	176,47	174,65	173,12	170,62	168,61	161,83	157,35	153,85	150,89	148,27	145,86	143,6	140



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 12: Valores críticos de la distribución Chi Cuadrado (Continuación)

α	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	0,975	0,98	0,99	0,995	α
g.d.l																g.d.l
1	0,571	0,455	0,357	0,275	0,206	0,148	0,102	0,064	0,036	0,016	0,004	0,001	0,001	0	0	1
2	1,597	1,386	1,196	1,022	0,862	0,713	0,575	0,446	0,325	0,211	0,103	0,051	0,04	0,02	0,01	2
3	2,643	2,366	2,109	1,869	1,642	1,424	1,213	1,005	0,798	0,584	0,352	0,216	0,185	0,115	0,072	3
4	3,687	3,357	3,047	2,753	2,47	2,195	1,923	1,649	1,366	1,064	0,711	0,484	0,429	0,297	0,207	4
5	4,728	4,351	3,996	3,655	3,325	3	2,675	2,343	1,994	1,61	1,145	0,831	0,752	0,554	0,412	5
6	5,765	5,348	4,952	4,57	4,197	3,828	3,455	3,07	2,661	2,204	1,635	1,237	1,134	0,872	0,676	6
7	6,8	6,346	5,913	5,493	5,082	4,671	4,255	3,822	3,358	2,833	2,167	1,69	1,564	1,239	0,989	7
8	7,833	7,344	6,877	6,423	5,975	5,527	5,071	4,594	4,078	3,49	2,733	2,18	2,032	1,646	1,344	8
9	8,863	8,343	7,843	7,357	6,876	6,393	5,899	5,38	4,817	4,168	3,325	2,7	2,532	2,088	1,735	9
10	9,892	9,342	8,812	8,295	7,783	7,267	6,737	6,179	5,57	4,865	3,94	3,247	3,059	2,558	2,156	10
11	10,92	10,341	9,783	9,237	8,695	8,148	7,584	6,989	6,336	5,578	4,575	3,816	3,609	3,053	2,603	11
12	11,946	11,34	10,755	10,182	9,612	9,034	8,438	7,807	7,114	6,304	5,226	4,404	4,178	3,571	3,074	12
13	12,972	12,34	11,729	11,129	10,532	9,926	9,299	8,634	7,901	7,042	5,892	5,009	4,765	4,107	3,565	13
14	13,996	13,339	12,703	12,078	11,455	10,821	10,165	9,467	8,696	7,79	6,571	5,629	5,368	4,66	4,075	14
15	15,02	14,339	13,679	13,03	12,381	11,721	11,037	10,307	9,499	8,547	7,261	6,262	5,985	5,229	4,601	15
16	16,042	15,338	14,655	13,983	13,31	12,624	11,912	11,152	10,309	9,312	7,962	6,908	6,614	5,812	5,142	16
17	17,065	16,338	15,633	14,937	14,241	13,531	12,792	12,002	11,125	10,085	8,672	7,564	7,255	6,408	5,697	17
18	18,086	17,338	16,611	15,893	15,174	14,44	13,675	12,857	11,946	10,865	9,39	8,231	7,906	7,015	6,265	18
19	19,107	18,338	17,589	16,85	16,109	15,352	14,562	13,716	12,773	11,651	10,117	8,907	8,567	7,633	6,844	19
20	20,127	19,337	18,569	17,809	17,046	16,266	15,452	14,578	13,604	12,443	10,851	9,591	9,237	8,26	7,434	20
21	21,147	20,337	19,548	18,768	17,984	17,182	16,344	15,445	14,439	13,24	11,591	10,283	9,915	8,897	8,034	21
22	22,166	21,337	20,529	19,729	18,924	18,101	17,24	16,314	15,279	14,041	12,338	10,982	10,6	9,542	8,643	22
23	23,185	22,337	21,51	20,69	19,866	19,021	18,137	17,187	16,122	14,848	13,091	11,689	11,293	10,196	9,26	23
24	24,204	23,337	22,491	21,652	20,808	19,943	19,037	18,062	16,969	15,659	13,848	12,401	11,992	10,856	9,886	24
25	25,222	24,337	23,472	22,616	21,752	20,867	19,939	18,94	17,818	16,473	14,611	13,12	12,697	11,524	10,52	25
26	26,24	25,336	24,454	23,579	22,697	21,792	20,843	19,82	18,671	17,292	15,379	13,844	13,409	12,198	11,16	26
27	27,257	26,336	25,437	24,544	23,644	22,719	21,749	20,703	19,527	18,114	16,151	14,573	14,125	12,879	11,808	27
28	28,274	27,336	26,419	25,509	24,591	23,647	22,657	21,588	20,386	18,939	16,928	15,308	14,847	13,565	12,461	28
29	29,291	28,336	27,402	26,475	25,539	24,577	23,567	22,475	21,247	19,768	17,708	16,047	15,574	14,256	13,121	29
30	30,307	29,336	28,386	27,442	26,488	25,508	24,478	23,364	22,11	20,599	18,493	16,791	16,306	14,953	13,787	30
31	31,323	30,336	29,369	28,409	27,438	26,44	25,39	24,255	22,976	21,434	19,281	17,539	17,042	15,655	14,458	31
32	32,339	31,336	30,353	29,376	28,389	27,373	26,304	25,148	23,844	22,271	20,072	18,291	17,783	16,362	15,134	32
33	33,355	32,336	31,337	30,344	29,34	28,307	27,219	26,042	24,714	23,11	20,867	19,047	18,527	17,074	15,815	33
34	34,371	33,336	32,322	31,313	30,293	29,242	28,136	26,938	25,586	23,952	21,664	19,806	19,275	17,789	16,501	34
35	35,386	34,336	33,306	32,282	31,246	30,178	29,054	27,836	26,46	24,797	22,465	20,569	20,027	18,509	17,192	35
40	40,459	39,335	38,233	37,134	36,021	34,872	33,66	32,345	30,856	29,051	26,509	24,433	23,838	22,164	20,707	40
60	60,713	59,335	57,978	56,62	55,239	53,809	52,294	50,641	48,759	46,459	43,188	40,482	39,699	37,485	35,534	60
80	80,927	79,334	77,763	76,188	74,583	72,915	71,145	69,207	66,994	64,278	60,391	57,153	56,213	53,54	51,172	80
90	91,023	89,334	87,666	85,993	84,285	82,511	80,625	78,558	76,195	73,291	69,126	65,647	64,635	61,754	59,196	90
100	101,12	99,334	97,574	95,808	94,005	92,129	90,133	87,945	85,441	82,358	77,929	74,222	73,142	70,065	67,328	100
120	121,29	119,33	117,4	115,47	113,48	111,42	109,22	106,81	104,04	100,62	95,705	91,573	90,367	86,923	83,852	120
140	141,44	139,33	137,25	135,15	133	130,77	128,38	125,76	122,75	119,03	113,66	109,14	107,82	104,03	100,66	140



UNIVERSIDAD DE CUENCA

BIBLIOGRAFÍA

- AGROCALIDAD. (8 de Mayo de 2008). *Normativas sobre exportación*. Recuperado el 23 de Febrero de 2015, de Acuerdo N° 390. Programa de Ornamentales: <http://agrocalidad.gob.ec/agrocalidad/images/pdfs/sanidadvegetal/ACUERDO390ProgramaOrnamentales.pdf>
- Aquaquimi. (2013). *Hipoclorito de calcio*. Recuperado el 6 de Febrero de 2015, de Ficha Técnica: http://www.aquaquimi.com/Paginas/productos_quimicos/cat_cloros/subcategoria_cloro_gran/clor_gran_hth.html
- Asturnatura. (2015). *Erysiphe DC*. Recuperado el 10 de Febrero de 2015, de <http://www.asturnatura.com/genero/erysiphe.html>
- Ayora Vásquez, C. A. (2004). Estudio para la implementación del Capítulo 8 de la Norma ISO 9000:2000 en la fábrica INDALUM S.A. *Tesis de Grado-Escuela de Ingeniería Industrial-Facultad de Ciencias Químicas-Universidad de Cuenca*. Cuenca, Azuay, Ecuador. Recuperado el 3 de Marzo de 2015
- Barahona Rojas, S. A. (Octubre de 2012). Propuesta para la expansión en la producción de la Gypsophila en la empresa Flodecol S.A., para la exportación al mercado Europeo y Estados Unidos. *Tesis de Grado-Escuela de Contabilidad y Auditoría-Facultad de Ciencias Administrativas-Universidad Central del Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 15 de Enero de 2015
- Botanical online. (2014). *Pulgones en las plantas*. Recuperado el 9 de Febrero de 2015, de <http://www.botanical-online.com/pulgones.htm>
- Castrillón Gallardo, E. F. (11 de Julio de 2012). Estudio de factibilidad para el cultivo y exportación de Gypsophila ubicado en la provincia de Pichincha. *Tesis de Grado-Carrera de Administración de Empresas-Universidad Politécnica Salesiana*. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 1 de Enero de 2015
- Centro de Información e Investigación en Tecnología Poscosecha, Universidad de California. (2011). *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas* (Tercera ed.). (A. A. Kader, Ed., & C. Pelayo-Saldivar, Trad.) California: Department of Plant Sciences. Recuperado el 6 de Febrero de 2015
- Comunidad de Comercio Exterior. (22 de Febrero de 2015). *Requisitos para exportar productos ornamentales*. Recuperado el 23 de Febrero de 2015, de



UNIVERSIDAD DE CUENCA

<http://comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/requisitos-para-exportar-productos-ornamentales>

COOPVIGSAN. (2015). *Certificación BASC – ISO 9001:2008 – COOPVIGSAN*. Recuperado el 26 de Febrero de 2015, de <http://www.coopvigsan.co/?p=367>

CORPEI. (2009). *Perfil del Sector Florícola*. Centro de Información e Inteligencia Comercial CICO, Quito. Recuperado el 26 de Febrero de 2015

Danziger "Dan" Flower Farm. (1998). *Gypsophila: Cultivation Practices in Israel*. Beit Dagan, Israel. Recuperado el 30 de Diciembre de 2014

Danziger "Dan" Flower Farm. (2012). Catalogue. En *Danziger Cut Flowers 2012*. Beit Dagan, Israel. Recuperado el 31 de Diciembre de 2014

Devore, J. L. (2008). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias* (Séptima ed.). (S. R. Cervantes González, Ed.) México, México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. Recuperado el 6 de Marzo de 2015

Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. (2013). *Análisis sectorial de flores*. Recuperado el 13 de Febrero de 2015, de http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/07/PROEC_AS2013_FLORES.pdf

EXPOFLORES. (2015). *FlorEcuador® Certified*. Recuperado el 23 de Febrero de 2015, de <http://www.expoflores.com/index.php/servicios/flor-ecuador>

FERMAGRI. (2015). *Ácido Cítrico Anhidro*. Recuperado el 6 de Febrero de 2015, de http://www.fermagri.com/Fichas/Solubles/Acidos/Acido_Citrico_Anhidro.pdf

Figueroa Cares, I. (09 de 03 de 2012). *Importancia del etileno en la postcosecha de flores*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2014, de www.poscosecha.com/download/news/79174/6047/.../cms/etileno.pdf

Guevara Guevara, N. E. (Mayo de 2010). Diseño de un sistema de control de puntos críticos en el proceso productivo de Pyganflor S.A. *Tesis de Grado-Carrera de Ingeniería Agroindustrial-Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria-Escuela Politécnica Nacional*. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 13 de Febrero de 2015

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). (J. Mares Chacón, Ed.) México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. Recuperado el 3 de Marzo de 2015



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Hines, W. W., Montgomery, D. C., Goldsman, D. M., & Borrer, C. M. (2005). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería* (Tercera ed.). México, México: GRUPO PATRIA CULTURAL, S.A. DE C.V. Recuperado el 3 de Marzo de 2015
- Infoagro. (2015). *Técnicas para el control de Botrytis*. Recuperado el 10 de Febrero de 2015, de <http://www.infoagro.com/abonos/botrytis.htm>
- Interempresas. (26 de Agosto de 2005). Producción holandesa de ornamentales. *Horticultura*. Recuperado el 25 de Enero de 2015, de <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/77311-Produccion-holandesa-de-ornamentales.html>
- Larios Rodríguez, I. N., & Figueroa Preciado, G. (2013). *El Muestreo*. Recuperado el 3 de Marzo de 2015, de <http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elmuestreo.pdf>
- León Catucuamba, R. S. (Julio de 2004). Efectos del manejo de Pinch en la Producción de Gypsophila (*Gypsophila Paniculata* L.), Variedad Perfecta con siembra invernada y sin invernar, bajo cubierta, en Quiroga. *Tesis de Grado-Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales-Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Ibarra, Imbabura, Ecuador. Recuperado el 9 de Febrero de 2015
- Lloyd's Register Group Limited. (2014). *GlobalGAP Protocolo de Buenas Prácticas*. Recuperado el 26 de Febrero de 2015, de <http://www.lrqa.es/certificaciones/globalgap-norma-seguridad-alimentaria/>
- Marentes Barrantes, D. L. (2013). *Floricultura*. Recuperado el 5 de Febrero de 2015, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/302568/Modulo_del_curso_2013.pdf
- Marín Ullauri, I. (2011). Propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos en "Plantaciones Malima Cía Ltda". *Tesis de Grado-Escuela de Ingeniería Industrial-Facultad de Ciencias Químicas-Universidad de Cuenca*. Cuenca, Azuay, Ecuador. Recuperado el 1 de Enero de 2015
- Martínez Gómez, M., & Marí Benlloch, M. (2010). *La distribución Normal*. Recuperado el 3 de Marzo de 2015, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7939/La%20distribucion%20Normal.pdf?sequence=3>
- Michigan State University. (2014, November 1). *Alternaria*. Retrieved Febrero 9, 2015, from <http://www.pestid.msu.edu/plant-diseases/alternaria/>
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. (2013). *Azúcares y dulces*. Recuperado el 6 de Febrero de 2015, de Azúcar:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

<http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-buenas-practicas/buenas-practicas-sobre-alimentacion/aceites.aspx>

Negocios en línea. (2006). *Requerimientos de entrada a los Estados Unidos*. Recuperado el 26 de Febrero de 2015, de http://www.negociosgt.com/main.php?id=23&show_item=1&id_area=98

Revista Avance. (Febrero de 2011). Febrero, tiempo de flores y amores. *AVANCE*(231). Recuperado el 16 de Diciembre de 2014, de www.revistavance.com

Vásquez Tubón, V. X. (8 de Febrero de 2013). Control de Thrips (Frankliniella Occidentales) mediante la aplicación de tres extractos botánicos en el cultivo de rosas (Rosa sp.) Variedad Mohana. Cayambe, Pichincha. *Tesis de Grado-Carrera de Ingeniería Agronómica-Facultad de Ciencias Agrícolas-Universidad Central del Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 9 de Febrero de 2015

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., Ye, K., Levin, R. I., Rubin, D. S., . . . Barry, R. (2009). *Probabilidad y estadística* (Primera ed.). México, México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V. Recuperado el 16 de Marzo de 2015